

Universidad Autónoma de Madrid

Escuela Politécnica Superior



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO DE FIN DE GRADO

HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Ana Rebollo Hernández
Tutora: Rosa María Carro Salas

Junio 2017

HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Autor: Ana Rebollo Hernández
Tutora: Rosa María Carro Salas

Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Junio 2017

Agradecimientos

En primer lugar, a usted, por interesarse por este trabajo.

A todos los profesores que me han dado clase a lo largo de estos años, gracias a los cuales me he ido formando poco a poco. En especial, agradecer a mi tutora Rosa, la posibilidad de realizar este proyecto, destacando su ánimo, su trabajo y tiempo dedicado durante la realización del mismo.

A mis amigos y compañeros de carrera, a los que empezaron y a los que se han ido incorporando por el camino. En especial a Quique, Óscar, Álvaro, Rober, Vadi, Dani, Jimena, Gloria, Pedro, Iago, Rubio, Alejandro y Yunti; gracias por estar en los buenos y en los malos momentos, hacer ameno el día a día, por sacarme siempre una sonrisa, desearme feliz año todos y cada uno de los días y por ayudarme a ver el lado positivo, incluso en los momentos de mayor agobio. Gracias a TODOS.

También agradecer a mis amigas de la infancia, María y Lucía, esas charlas infinitas, ratitos de desconexión, por aguantar mis preocupaciones durante todos estos años y por sus continuas palabras de apoyo. Simplemente gracias por estar ahí 24/7.

Finalmente a mi familia, primos y tíos, por su apoyo incondicional. A mis padres y mis hermanos, ese pilar fundamental en mi vida, sin los cuales finalizar esta etapa no habría sido posible. Gracias por enseñarme a tomar buenas decisiones, y por contribuir a ser la persona que soy a día de hoy, pero sobre todo por mostrarme que todo esfuerzo al final tiene su recompensa. A mi prima Clara, por estar ahí ilimitadamente cada día y por ayudar a que no tire la toalla en ningún momento. Por último, a mi abuela Maxi y a mi tía Jana, por ser ejemplos de perseverancia y superación y demostrarme que hay ciertos términos, como la palabra rendirse que no existen en mi diccionario.

Abstract

Abstract — Over the last few years, there have been great technological and scientific advances in all areas of society. Concerning education, there is a constant challenge to raise the educational level of the population. The combination of learning resources and new technologies like computers and digital blackboards among others, increases the tools at the educations' disposition and transforms the way they teach.

There has been a smooth adaptation of these resources in the classrooms since it is not necessary to have an in-depth understanding of them. Joining them to traditional teaching methods improves the teaching and learning processes.

Software applications such a Hot Potatoes or JClik have been developed to be used in this kind of setting and to introduce young kids to technology. In order to make technology attractive to children, the possibility of developing an application to facilitate learning has often been raised. The website has been designed to make learning easier for students in primary schools and it allows them to review their lessons and homework in a fun and educational way. For teachers, TrainLearning helps them with the management of the assignments and can be used to track the progress of the students and the groups for each subject taught.

The development of TrainLearning has been done by integrating the Hot Potatoes application with a web app using HTML5.

Finally, when the last operative prototype was completed, implementation tests were carried out in a real environment with teachers and students in primary school. The results of these tests confirm the usability of the software created, thus the requirements established at the beginning of the project have been considered fulfilled.

Key words — Teaching-learning processes, Software application, HTML5, Web App, Management of assignments, Student motoring.

Resumen

Resumen — En los últimos años se han producido grandes avances tecnológicos y científicos en todos los ámbitos de la sociedad. En el ámbito de la educación se han asumido nuevos retos para elevar el nivel educativo de la población. La incorporación de nuevos recursos didácticos con nuevas tecnologías como ordenadores o pizarras digitales entre otros, suponen un incremento en cuanto a las herramientas actuales de las que disponen los docentes en las aulas, pudiéndose dar un giro a las clases tradicionales.

La incorporación de estos recursos se ha adaptado con facilidad a la vida de las aulas, ya que no se necesita un conocimiento exhaustivo de los mismos, permitiendo a los profesores adaptarlos al modelo de enseñanza tradicional haciendo que se conviertan en elementos indispensables mejorando los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para enriquecer la enseñanza tradicional con recursos digitales se han creado aplicaciones como Hot Potatoes o JClic que permiten a los docentes crear actividades educativas y ofrecer recursos a los estudiantes, pequeños y no tan pequeños, quienes a su vez, entran en contacto con la tecnología de una forma más cercana. Se ha planteado la realización de un software para permitir a los profesores crear recursos interactivos y organizarlos por materias y temas de forma sencilla, y ofrecer a los alumnos un entorno integrado donde poder acceder a los recursos de las distintas asignaturas y temas. Además, ofrece a los profesores herramientas de visualización y seguimiento del trabajo de los estudiantes en el mismo entorno de enseñanza-aprendizaje.

TrainLearning es una aplicación web desarrollada en HTML5 en la que se ha integrado una herramienta de código libre llamada Hot Potatoes.

Habiendo terminado la última versión del prototipo, el potencial del proyecto se ha considerado cuando se han realizado diversas pruebas con dos alumnos de primaria y un profesor en un entorno real. Durante la realización de las mismas, se ha podido comprobar la usabilidad de la aplicación creada, dando por cumplidos los objetivos propuestos en las fases iniciales del proyecto.

Palabras clave — Proceso de enseñanza-aprendizaje, Software, HTML5, Aplicación web, Gestión de ejercicios, Seguimiento

Acrónimos

AJAX Asynchronous JavaScript And XML. 32

API Application Programming Interface. 9

CSS Cascading Style Sheets. 8, 9, 32, 33

DBMS Database Management System. 32

HTML HyperText Markup Language. 6–8, 21, 32

JSON JavaScript Object Notation. 23

LCMS Learning Content Management System. 6

LESS lenguaje de hojas de estilo. 8

PHP Hypertext Preprocessor. 21

SVG Scalable Vector Graphics. 8

TIC Tecnologías de la Información y la Comunicación. 1, 5, 7

UVIC Centro de Humanidades de la Universidad de Victoria. 5

VLE Virtual Learning Environments. 6

W3C World Wide Web Consortium. 32

WWW World Wide Web. 32

XHTML Extensible HyperText Markup Language. 5

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura del documento	3
2. Estado del Arte	5
2.1. Herramientas existentes para el aprendizaje	5
2.1.1. Hot Potatoes	5
2.1.2. JClic	6
2.1.3. Moodle	6
2.1.4. Blogs	7
2.1.5. Conclusiones	7
2.2. Tecnologías para la web	8
2.2.1. Librerías CSS	8
2.2.2. Librerías JS	8
2.2.3. Librerías CSS y JS	9
3. Definición del proyecto	11
3.1. Alcance	11
3.2. Metodología	11
4. Análisis de requisitos	13
4.1. Requisitos funcionales	14
4.2. Requisitos no funcionales	17
5. Diseño	19
5.1. Arquitectura	19
5.1.1. Para el profesor	20
5.1.2. Para el alumno	23
5.2. Diseño de la interacción	24
5.2.1. Para el profesor	24
5.2.2. Para el alumno	25
5.3. Mapa de navegación de la aplicación	25
5.4. Diseño de la interfaz	26
5.4.1. Interactividad de la web	26
5.4.2. Wireframes	27
5.5. Diseño de la base de datos	28

6. Desarrollo	31
6.1. Gestión de datos	31
6.1.1. Interactividad de la web	31
6.2. Tecnologías y herramientas utilizadas	32
6.3. Implementación de los subsistemas y de la Base de Datos	33
6.3.1. Registro y autenticación de usuarios	33
6.3.2. Gestión de ejercicios	33
6.3.3. Realización de ejercicios	35
6.3.4. Seguimiento	36
7. Pruebas y resultados	37
7.1. Pruebas de funcionamiento de la aplicación	37
7.1.1. Pruebas sobre la lógica	37
7.1.2. Pruebas sobre la interacción e interfaz	38
7.2. Pruebas con usuarios	38
7.3. Resultados y conclusiones generales	39
8. Conclusiones y líneas futuras	41
Bibliografía	43
Apéndices	47
A. Estructura del proyecto	49
B. Maquetas	51
C. Producto final	57
D. Pruebas con Usuarios	69
D.1. Pruebas realizadas a usuarios	69
D.2. Cuestionarios	73
E. Control de recursos	75

Índice de tablas

D.1. Pruebas realizadas por el estudiante de 10 años.	69
D.2. Pruebas realizadas por el estudiante de 8 años.	70
D.3. Pruebas realizadas por el profesor de Educación Primaria.	72

Índice de figuras

5.1. Arquitectura del proyecto	19
5.2. Diagrama de casos de uso de la gestión de ejercicios	21
5.3. Diagrama de casos de uso del seguimiento	22
5.4. Diagrama de casos de uso de la realización de ejercicios	23
5.5. Diagrama de flujo para el profesor.	24
5.6. Diagrama de flujo para el alumno.	25
5.7. Blueprint de la herramienta TrainLearning.	26
5.8. Maqueta de la vista del ingreso	27
5.9. Diagrama Entidad Relación de la base de datos	28
B.1. Maqueta de la página principal	51
B.2. Maqueta de la vista del registro	51
B.3. Maqueta de la vista del formulario de contacto	52
B.4. Maqueta de la vista de la selección de la asignatura	52
B.5. Maqueta de la vista de la selección del tema	53
B.6. Maqueta de la vista de la selección del ejercicio	53
B.7. Maqueta de la vista del ejercicio de respuesta múltiple	54
B.8. Maqueta de la vista del ejercicio de tipo crucigrama	54
B.9. Maqueta de la vista de gestión	55
B.10. Maqueta de la vista del progreso de los alumnos	55
B.11. Maqueta de la vista de la creación del ejercicio	56
B.12. Maqueta de la vista del proceso de subida del ejercicio	56
C.1. Vista de la página principal	57
C.2. Vista de la página del ingreso	57
C.3. Vista de la página del registro	58
C.4. Vista de la página del formulario de contacto	58
C.5. Vista del menú de gestión	59
C.6. Vista del formulario de creación de ejercicios	59
C.7. Vista del proceso de subida de ejercicios	60
C.8. Vista de la modificación/eliminación de ejercicios	60
C.9. Vista de la visualización de asignaturas	61
C.10. Vista de la selección de ejercicios a realizar	61
C.11. Vista de un ejercicio de tipo crucigrama	62
C.12. Vista de un ejercicio de tipo completar huecos	62
C.13. Vista de un ejercicio de tipo emparejamiento	63
C.14. Vista de un ejercicio de tipo respuesta múltiple	63
C.15. Vista de menú de seguimiento	64

C.16.Vista del reparto del número de aciertos en una asignatura	64
C.17.Vista rendimiento del alumno respecto la clase	65
C.18.Vista del número de aciertos de un alumno según el tipo de ejercicio . . .	65
C.19.Vista del número de aciertos de un alumno según la asignatura	66
C.20.Vista del progreso del grupo según el número de aciertos según las asignaturas	66
C.21.Vista del progreso del grupo según el número de aciertos según el tipo de ejercicio	67
C.22.Vista del número de acietos de cada tipo de ejercicio en cada asignatura . .	67
D.1. Cuestionario realizado por los alumnos.	73
D.2. Cuestionario realizado por los profesores.	74

1 | Introducción

Este Trabajo de Fin de Grado, tiene como propósito el desarrollo de una herramienta de apoyo al aprendizaje en el ámbito de la Educación Primaria. En este capítulo se detalla una breve descripción de los motivos que han llevado a la realización de este proyecto, así como sus objetivos principales, seguidos de la estructura del presente documento.

1.1. Motivación

En las últimas décadas del siglo XX, aparecieron las nuevas tecnologías que dieron lugar a la revolución digital y desde entonces, los cambios y las transformaciones de lo que hoy en día consideramos las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se han desarrollado e incorporado a nuestras vidas a una velocidad vertiginosa. [1]

Actualmente, la tecnología juega un papel muy importante en nuestras vidas. Nos aporta grandes beneficios y su papel fundamental es facilitar las tareas y ahorrarnos esfuerzo y tiempo en nuestra vida cotidiana.

En el ámbito del aprendizaje, las TIC pueden ser utilizadas para facilitar la adquisición de conocimientos, habilidades y permite la capacidad de desarrollar nuevas formas de aprendizaje. El uso de las TIC en la educación constituye una herramienta para el aprendizaje, permitiendo el acceso a la información constante, sin importar la hora ni el lugar [2]. Desde el punto de vista del aprendizaje, algunos puntos favorables del uso de las TIC son:

- **Interés y motivación.** A los alumnos el uso de la tecnología les induce una mayor motivación, por lo que el aprendizaje resulta más atractivo.
- **Disposición de mucha información y fácil acceso a ella.**
- **Desarrollo de habilidad de búsqueda y selección de información en Internet.** Hay una gran cantidad de información, lo que permite mejorar las habilidades de búsqueda, elección y sintetización de la información que se busca.
- **Aprendizaje a partir de errores.** Las TIC permiten la verificación y la corrección de los errores al momento, para cada uno de los alumnos, evitando la sobrecarga de las correcciones al profesor.
- Facilitan el **aprendizaje cooperativo** a distancia a través del trabajo en grupo y la cooperación.

- **Permite la comunicación entre profesorado y alumnado** a través de correos, chats, blogs etc.

En el marco docente actual, se sigue manteniendo mayoritariamente el método de enseñanza tradicional en el que se utilizan libros de texto o planes personalizados basados en colecciones de fichas y los exámenes son realizados en papel, lo que lleva a los profesores a invertir bastante tiempo en la realización y corrección de los mismos. Poco a poco se están incorporando en las aulas las pizarras digitales, ordenadores o tabletas. Para dar soporte a otras formas de enseñanza-aprendizaje se han desarrollado algunas plataformas donde los profesores, complementan el temario subiendo algunos contenidos a la web.

La motivación de este Trabajo de Fin de Grado es introducir la tecnología en las aulas, facilitando las tareas y la organización de recursos a alumnos y profesores, a través de TrainLearning, una herramienta web en la que:

- Los **alumnos** pueden **repasar** los contenidos de las asignaturas que se exponen en clase de una manera divertida e intuitiva, a través de distintos tipos de actividades y ejercicios, obteniendo el **feedback** de cada uno de ellos al momento.
- Los **profesores** tienen la posibilidad de **gestionar distintos tipos de ejercicios** (crear, modificar y eliminar) para cada tema y asignaturas y de realizar un **seguimiento** global, individual o por asignatura del grupo al que esté tutorizando.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto, es diseñar e implementar TrainLearning, una herramienta de apoyo al aprendizaje, en principio pensada para alumnos que estén cursando la etapa de Educación Primaria; aunque podría utilizarse para cualquier nivel educativo. En concreto, TrainLearning:

1. Facilitará al profesorado la **creación, modificación y eliminación** de ejercicios y actividades orientadas al aprendizaje.
2. Dará soporte a la **realización de ejercicios y actividades** por parte de los alumnos.
3. **Almacenará** y permitirá **gestionar los ejercicios** según la asignatura y temas con los que estén relacionados.
4. Permitirá **desarrollar los distintos tipos de ejercicios** a los que Hot Potatoes da soporte y clasificarlos según su tipo.
5. Permitirá al profesorado realizar un **seguimiento** del progreso de los alumnos por asignatura, alumno y grupo.

1.3. Estructura del documento

- En el **capítulo 2** se describe el estado del arte, con el fin de poner al lector al corriente de las herramientas existentes y de las tecnologías actuales para la web.
- El **capítulo 3** especifica el alcance de la aplicación y la metodología aplicada en el desarrollo de este proyecto.
- En el **capítulo 4** se detalla el análisis del proyecto mediante la enumeración de los requisitos funcionales y no funcionales.
- El **capítulo 5** describe el diseño de la aplicación.
- El **capítulo 6** describe el desarrollo de la aplicación.
- En el **capítulo 7** se exponen las pruebas realizadas durante y tras el desarrollo de la aplicación y se presenta el resultado de las mismas.
- El **capítulo 8** engloba las conclusiones del trabajo realizado, así como las posibles líneas de trabajo futuro para la mejora y continuación del mismo.

2 | Estado del Arte

En este capítulo se realiza un estudio de algunas de las tecnologías actuales que se relacionan con este Trabajo de Fin de Grado. Este estudio también describe las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, de modo que sirvan para el análisis y la enmarcación del mismo.

2.1. Herramientas existentes para el aprendizaje

Desde que surgieron las TIC, han ido apareciendo múltiples propuestas para introducir la tecnología en las aulas de los más pequeños. Seguidamente, se analizan algunas de las herramientas de aprendizaje más populares en la actualidad en el contexto de este trabajo.

2.1.1. Hot Potatoes

Hot Potatoes [3] es un software libre, intuitivo y fácil de manejar desarrollado por el equipo de investigación del Centro de Humanidades de la Universidad de Victoria (UVIC) en Canadá. Incluye seis aplicaciones integradas, las cuales permiten crear actividades y cuestionarios ampliamente utilizados en los procesos de enseñanza-aprendizaje [4]. A estas actividades se les puede dar formato, añadirlas contenido multimedia y personalizarlas según las necesidades del usuario. Los distintos tipos de aplicaciones son [5]:

- Respuestas múltiples (JQuiz).
- Rellenar huecos (JCloze).
- Ordenar frases (JMix).
- Emparejamiento (JMatch).
- Crucigramas (JCross).
- Secuencias de actividades y cuestionarios (The Masher).

Estos ejercicios se pueden guardar desde la aplicación creando automáticamente páginas web o archivos en formato HyperText Markup Language (HTML) para su posterior integración en webs o blogs. No se necesita saber Extensible HyperText Markup Language (XHTML) o Javascript para utilizar el programa, simplemente se introducen los

datos en forma de textos, preguntas, respuestas (o lo que desee el usuario) y posteriormente se procede a su almacenamiento seleccionando la opción de crear una página V6 estándar.

Habitualmente, cuando se genera una actividad con Hot Potatoes, se incluye el código en una página web para que la actividad creada se muestre y ejecute en dicha página.

2.1.2. JClic

JClic [6] es el predecesor de Clic, una aplicación utilizada por profesores como herramienta de creación de actividades didácticas para sus alumnos. Está constituido por un conjunto de aplicaciones informáticas que permiten visualizar y ejecutar diversos tipos de actividades interactivas para que puedan resolverlas alumnos de cualquier nivel educativo, distinguiéndose las siguientes:

- Asociación.
- Sopas de letras y crucigramas.
- Rompecabezas.
- Actividades de texto.
 - Completar huecos.
 - Rellenar agujeros.
 - Identificar letras y palabras.
 - Ordenar palabras y párrafos.

En la página web de JClic existen multitud de recursos disponibles para ser utilizados por el profesorado. No obstante, si esos recursos no satisfacen las necesidades de un docente, existe una herramienta llamada **JClic Author** [7], que permite crear y modificar proyectos de JClic en un entorno visual e intuitivo.

2.1.3. Moodle

Moodle [8] es un software libre cuyo objetivo es ayudar a los docentes a crear cursos en línea y Virtual Learning Environments (VLE). A este tipo de aplicaciones también se las conoce como Learning Content Management System (LCMS). Permiten la gestión de contenidos y cursos virtuales por parte de los profesores. Estos cursos pueden contener materiales, enlaces, test, ficheros o páginas web y otros recursos que, unidos en una página o conjunto de páginas conforman un curso. Moodle da soporte a la comunicación vía foro o mensajes haciendo la comunicación profesor-alumno o alumnos más cercana.

2.1.4. Blogs

Los Blogs son páginas o sitios web que incluyen, a modo de reflexión, diario o simplemente creación personal de su autor, contenidos de su interés, que va actualizando con frecuencia, normalmente añadiendo nuevas entradas. Los lectores pueden ir comentando dichos contenidos y suscribirse para recibir notificaciones sobre nuevas entradas.

Los blogs de carácter educativo están compuestos por los materiales, reflexiones y contenidos relacionados de las actividades que se han comunicado o trabajado en la clase. Estos blogs también permiten la comunicación alumno-profesor, potenciando el aprendizaje interactivo.

2.1.5. Conclusiones

Hot Potatoes y Jclic son herramientas gratuitas que permiten crear actividades de distintos tipos y ofrecen una retroalimentación inmediata a los alumnos. Estos ejercicios se pueden incorporar a una página web o un blog ya que se pueden guardar en formato HTML.

Una ventaja que tiene Hot Potatoes sobre Jclic es que su interfaz es más amigable para el usuario. Jclic en comparación con Hot Potatoes, permite crear actividades que son más interactivas y permite publicar las creaciones y compartirlas a nivel internacional con una comunidad académica.

Moodle es de código abierto, facilita la comunicación de los docentes y estudiantes fuera del horario de clases y ayuda al aprendizaje cooperativo. Por otro lado, requiere normalmente de soporte técnico para su despliegue y personalización, hay una necesidad de formar a los docentes para su correcto uso y es complicado técnicamente para profesores que imparten asignaturas en el ciclo de primaria.

Los blogs son una buena forma de lanzarse a utilizar las TIC por la simplicidad de uso. Su utilización sobre todo en Educación Primaria y Secundaria revaloriza la imagen profesional del profesor y hay una mayor aproximación entre alumnos, docentes y padres. Por el contrario, su empleo no suele dar soporte a actividades de aprendizaje significativo, aportan en su mayoría enlaces a recursos existentes o resúmenes de lo visto en clase y la información suele estar muy compacta y normalmente sin estructurar.

La herramienta que se desarrolla en este proyecto reúne los principales aspectos positivos que se han identificado en las herramientas existentes y que permiten la realización y gestión de actividades de aprendizaje en la Educación Primaria:

- Plataforma de **soporte a actividades de apoyo al aprendizaje** con usuarios de tipo profesor y alumno.
- **Inclusión de actividades y ejercicios generados con la aplicación Hot**

Potatoes.

- **Retroalimentación inmediata** a los alumnos nada más terminar cada ejercicio.
- Posibilidad de **gestionar los ejercicios** por temas y asignaturas de una manera sencilla .
- Capacidad para realizar un **seguimiento a los alumnos por parte de los docentes**.

2.2. Tecnologías para la web

Durante la última década, se ha producido una gran evolución en el desarrollo de aplicaciones web, tanto desde el punto de vista del desarrollo software (frameworks, bibliotecas, arquitecturas) como a nivel de administración de sistemas (monitorización, procesamiento de datos, escalabilidad).

Esta evolución ha tenido como resultado una gran cantidad de tecnologías, librerías y arquitecturas para el desarrollo de aplicaciones web.

A continuación se describen algunas de las librerías que se utilizan para la codificación de una página web y que se han utilizado en este proyecto.

2.2.1. Librerías CSS

El uso de librerías Cascading Style Sheets (CSS) facilitan la modificación de la presentación de los elementos sin modificar el código HTML, pueden definirse varias hojas de estilos para los distintos navegadores y los usuarios pueden definir sus propios CSS con las características que desea que tenga su sitio web. Las librerías utilizadas en este trabajo han sido:

- **Hover** [9] es una librería que proporciona una colección de efectos para ser aplicados a enlaces, botones, logotipos o Scalable Vector Graphics (SVG) entre otros. Por ejemplo, al pasar el ratón sobre una imagen que cambie su tamaño.
- **W3** [10] es un framework CSS que ayuda a crear sitios web más ligeros y accesibles. Está construido en HTML y CSS y los nuevos estándares de diseño Responsive (*técnica de diseño web que busca la correcta visualización de una misma página en distintos dispositivos* [11]).

2.2.2. Librerías JS

Las librerías JS facilitan la implementación de funcionalidades y características consiguiendo efectos dinámicos en las páginas webs.

- **Parallax** [12] es una librería de Javascript [13] que dota a la web de cierto dinamismo y contrarresta la planitud habitual de los contenidos HTML. Esta librería permite dar dinamismo a una imagen cuando se hace scroll en la página en la que se encuentra el usuario.

2.2.3. Librerías CSS y JS

Las siguientes librerías se han utilizado durante la realización del proyecto:

- **Bootstrap** [14] es un framework de código abierto para el diseño de sitios y aplicaciones web. Es modular y consiste en una serie de Lenguaje de hojas de estilo (LESS). Viene con una disposición de cuadrícula estándar de 940 px de ancho. Esta librería se ha utilizado para el diseño de TrainLearning.
- **Bootstrap Validator** [15] es un plugin basado en JQuery y Bootstrap que permite validar formularios y los elementos dentro del mismo utilizando las librerías del plugin, así como su Application Programming Interface (API). Este plugin se ha utilizado para validar los formularios de la aplicación.
- **Bootstrap Switch** [16] es un plugin de Bootstrap que convierte las casillas de selección (checkboxes) y las casillas de selección (radiobuttons) en un Switch o conmutador. Con este plugin se muestra en el formulario de registro un Switch para elegir el rol del usuario en la aplicación.
- **C3** [17] es una librería basada en D3 [18] que permite integrar gráficas en aplicaciones web. Define un estilo único a cada clase y permite seleccionar los datos que quiere visualizar el usuario en cada momento desde la interfaz gráfica. Esta librería se ha utilizado a la hora de visualizar las distintas gráficas para el seguimiento a los estudiantes.
- **Fileinput** [19] es un plugin que permite de una manera sencilla configurar un selector de archivos para trabajar especialmente con estilos Bootstrap y CSS. La funcionalidad de entrada de archivos es mejorada ofreciendo soporte para obtener una vista previa de una gran variedad de archivos.
- **FlipClock** [20] biblioteca abstracta que proporciona personalización para crear cualquier tipo de reloj o contador. En TrainLearning, esta librería se ha utilizado para contabilizar el tiempo que tarda cada estudiante en realizar cada ejercicio.

3 | Definición del proyecto

A lo largo de este capítulo se explica cuál es el alcance de TrainLearnig y la metodología empleada durante su desarrollo.

3.1. Alcance

El público al que se dirige este proyecto de Fin de Grado son los docentes y alumnos que imparten/cursan asignaturas en la etapa de Educación Primaria según el sistema educativo español, aunque el desarrollo se ha realizado de forma genérica para permitir su uso por parte de otros colectivos en el ámbito educativo.

TrainLearning es una aplicación web de apoyo al aprendizaje de las distintas asignaturas para alumnos que estén cursando Educación Primaria. De manera fácil, divertida e intuitiva, los alumnos podrán interactuar con los distintos tipos de ejercicios propuestos por sus profesores complementando el material proporcionado durante las horas de clase.

De este modo, ya sea en espacios reservados para tal fin en el aula o en casa, los alumnos podrán avanzar en el estudio de las distintas materias, poner en práctica lo aprendido (mientras resuelven los ejercicios) y comprobar el aprendizaje adquirido, gracias a la retroalimentación inmediata.

Los profesores contarán con un sistema de gestión de ejercicios que les permitirá su creación, modificación y eliminación. También se les ofrecerá la posibilidad realizar un seguimiento del grupo, global, individual o por asignatura de una manera visual mediante las gráficas en las que, podrá comprobar de forma clara y sencilla, por ejemplo, qué tipo de ejercicio se le da mejor a sus alumnos, cuál es la asignatura que más le cuesta a un alumno concreto o el progreso individual o del grupo a lo largo del curso académico.

3.2. Metodología

Después de analizar las tecnologías y herramientas a utilizar y el alcance que va a tener el proyecto a desarrollar, se ha decidido que la metodología ágil más adecuada para TrainLearning es la que sigue un ciclo de vida incremental e iterativo.

La planificación del proyecto está compuesta por incrementos repartidos en 6 etapas de desarrollo:

1. Análisis.
2. Diseño.
3. Codificación.
4. Pruebas Unitarias.
5. Pruebas de Integración.
6. Instauración y aprobación del sistema.

Utilizando esta metodología, se obtienen resultados después de cada iteración con los que se puede experimentar e ir ampliando sus funcionalidades poco a poco, obteniendo de esta manera, una versión estable del programa desde el primer incremento.

Los incrementos se realizarán en el siguiente orden:

- Iteración 1: Subsistema de gestión de usuarios.
- Iteración 2: Subsistema de gestión de ejercicios.
- Iteración 3: Subsistema de realización de ejercicios.
- Iteración 4: Subsistema de seguimiento.

4 | Análisis de requisitos

En este capítulo se presenta el análisis de los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto. Estos requisitos son los que definen las características finales de la aplicación TrainLearning. Debido a la metodología elegida, los requisitos se han ido modificando y ampliando, hasta llegar al conjunto que se presenta en esta sección.

Para una mejor estructura del catálogo de requisitos, se presentan agrupados por los siguientes subsistemas:

- **Gestión de usuarios:** Subsistema encargado de dar soporte al registro e inicio de sesión de cada usuario.
- **Gestión de ejercicios:** Subsistema encargado de dar soporte a la creación, modificación y eliminación de los distintos tipos de ejercicios.
- **Realización de ejercicios:** Subsistema encargado de dar soporte a la visualización, resolución y corrección de los ejercicios creados por los profesores y del almacenamiento del resultado de los mismos.
- **Seguimiento:** Subsistema encargado de dar soporte a la visualización del progreso de los alumnos.

4.1. Requisitos funcionales

Gestión de usuarios

- RF 1.** Crear cuentas para gestionar usuarios.
- RF 2.** Distinguir entre dos tipos de usuarios diferenciados: alumnos o profesores.
 - RF 2.1.** Si el usuario es profesor, ofrecer la posibilidad de añadir, modificar y eliminar las preguntas o ejercicios relacionados con las asignaturas que imparte y están asociadas a su cuenta.
 - RF 2.2.** Si el usuario es alumno, ofrecer la posibilidad de realizar los distintos ejercicios de cada tema propuestos por el profesor que imparte la asignatura.
- RF 3.** Permitir la identificación del usuario mediante un formulario que solicita el nombre de usuario y la contraseña con la que previamente se ha registrado.
- RF 4.** Requerir el nombre, apellidos, cuenta de correo electrónico, contraseña del usuario y rol que dicho usuario va a desempeñar en la aplicación en el registro de los usuarios.
- RF 5.** Permitir el cambio de contraseña de acceso en cualquier momento si así lo desea el usuario.
 - RF 5.1.** Leer y comprobar los datos que introduzca el usuario en el formulario (correo electrónico, contraseña actual y contraseña que quiere utilizar desde ese momento en adelante).
 - RF 5.2.** Almacenar la información actualizada en la base de datos.
- RF 6.** Ofrecer la posibilidad contactar con el administrador a través del formulario de contacto.
 - RF 6.1.** Introducir su nombre, su correo, el asunto del correo y la explicación del mismo en el formulario.
 - RF 6.2.** Validar los campos del formulario y enviar email al destinatario.

Gestión de ejercicios

- RF 7.** Permitir la creación, modificación y eliminación de los distintos tipos de ejercicios por parte de los docentes.
- RF 8.** Proporcionar o seleccionar el nombre de la asignatura, del tema y del ejercicio, y elegir el tipo de ejercicio que se quiere crear en el proceso de creación de ejercicios.
 - RF 8.1.** Validar los campos del formulario y crear directorio a partir de los datos solicitados.
 - RF 8.2.** Actualizar la base de datos añadiendo los campos solicitados.

- RF 9.** Enlazar directamente con Hot Potatoes para que el profesor defina allí los ejercicios, que podrán ser de distintos tipos: respuesta múltiple, ejercicios de emparejamiento, ejercicios de completar huecos y crucigramas.
- RF 10.** Leer el fichero generado por Hot Potatoes y modificarlo para integrarlo en la página web.
 - RF 10.1.** Solicitar la ruta del ejercicio que se ha creado.
 - RF 10.2.** Almacenar el fichero modificado en la base de datos .
- RF 11.** Permitir eliminar y modificar ejercicios tras seleccionarlos en unas listas de asignaturas y temas.
 - RF 11.1.** Actualizar la base de datos con el directorio nuevo si se ha elegido la opción de modificar ejercicio.
 - RF 11.2.** Actualizar la base de datos el directorio del ejercicio si se ha elegido la opción de eliminación.

Realización de ejercicios

- RF 12.** Mostrar al alumno en la página principal las diferentes asignaturas que puede escoger.
- RF 13.** Mostrar los temas de la asignatura seleccionada previamente por el estudiante.
- RF 14.** Mostrar los distintos ejercicios del tema seleccionado por el estudiante.

Seguimiento

- RF 15.** Ofrecer a los profesores la posibilidad de realizar un seguimiento a sus alumnos.
- RF 16.** Mostrar al profesor las distintas opciones para visualizar datos y realizar el seguimiento: asignatura, grupo o alumno.
- RF 17.** Recopilar datos necesarios de la base de datos y generar los distintos gráficos según la opción elegida.
 - RF 17.1.** Ofrecer distintas opciones de visualización de datos por asignatura:
 - RF 17.1.1.** Mostrar el número de aciertos según el tipo de ejercicio.
 - RF 17.1.2.** Mostrar el progreso a lo largo del curso del número de aciertos según el tipo de ejercicios.
 - RF 17.2.** Mostrar opciones de visualización de datos para un alumno concreto:
 - RF 17.2.1.** Mostrar el número de aciertos según el tipo de ejercicio.
 - RF 17.2.2.** Mostrar el número de aciertos según el tipo de asignatura.
 - RF 17.2.3.** Mostrar el rendimiento del alumno respecto de la clase.

RF 17.2.4. Mostrar el progreso a lo largo del curso del número de aciertos según el tipo de ejercicios.

RF 17.2.5. Mostrar el progreso a lo largo del curso del número de aciertos según la asignatura.

RF 17.3. Ofrecer distintas visualizaciones de datos para el seguimiento global:

RF 17.3.1. Mostrar el progreso a lo largo del curso del número de aciertos según el tipo de ejercicios.

RF 17.3.2. Mostrar el progreso a lo largo del curso del número de aciertos según la asignatura.

RF 17.3.3. Mostrar la visualización de los aciertos de cada tipo de ejercicio en las distintas asignaturas.

4.2. Requisitos no funcionales

Requisitos de interacción

- RNF 1.** Deberá ser fácil aprender a utilizar la aplicación (que no requiera un gran esfuerzo cognitivo).
- RNF 2.** Conseguir que los usuarios logren sus objetivos (efectividad).
- RNF 3.** Prevenir errores y ayudar al usuario a recuperarse en caso de producirse.
- RNF 4.** Ser eficiente en cuanto a las solicitudes de sus funcionalidades.
- RNF 5.** El sistema será consistente, de manera que tareas similares se realizarán de forma parecida.
- RNF 6.** Se dividirán las tareas en subtareas para facilitar la ejecución de las acciones por parte de los usuarios de la aplicación.
- RNF 7.** Las pantallas de la web dispondrán de mecanismos de vuelta a la pantalla principal de la aplicación y a la pantalla anterior.
- RNF 8.** Se utilizarán metáforas para que los elementos interactivos sean más intuitivos.

Interfaz y usabilidad

- RNF 9.** Los textos de la web serán en castellano.
- RNF 10.** El diseño de la web tendrá un aspecto amigable y adaptativo tanto para los alumnos como para los profesores.
- RNF 11.** El diseño de la web tendrá un aspecto amigable e intuitivo para captar la atención de los más pequeños.
- RNF 12.** Se tratará de atraer la atención del usuario con colores atractivos, pero sin usar más de siete colores diferentes en el fondo del texto, botones, formularios, garantizando el contraste entre el fondo y los contenidos.
- RNF 13.** El texto empleado será sencillo, comprensible y con fuentes homogéneas.
- RNF 14.** Se utilizarán guías de estilo para asegurar la consistencia entre las distintas páginas.

Rendimiento

- RNF 15.** El tiempo de respuesta de la aplicación no debe ser superior a 5 segundos para garantizar la rapidez usuario-aplicación.

Portabilidad

RNF 16. La información de los usuarios se guardarán en una base de datos PostgreSQL.

Seguridad

RNF 17. La aplicación tendrá en cuenta los distintos tipos de usuarios: alumnos y profesores. Sólo podrán acceder a ella si introducen correctamente los datos de identificación.

RNF 18. La aplicación contará con un sistema de protección de bases de datos, de manera que las contraseñas estén cifradas.

Requisitos técnicos

RNF 19. La web se podrá ejecutar en navegadores como Chrome, Mozilla Firefox e Internet Explorer.

5 | Diseño

En este capítulo se describe la arquitectura y el diseño de la aplicación, basado en el análisis realizado en el capítulo anterior.

5.1. Arquitectura

En primer lugar, se muestra la arquitectura de la aplicación. que está dividida en dos partes diferenciadas: la parte de los docentes y la parte de los alumnos.

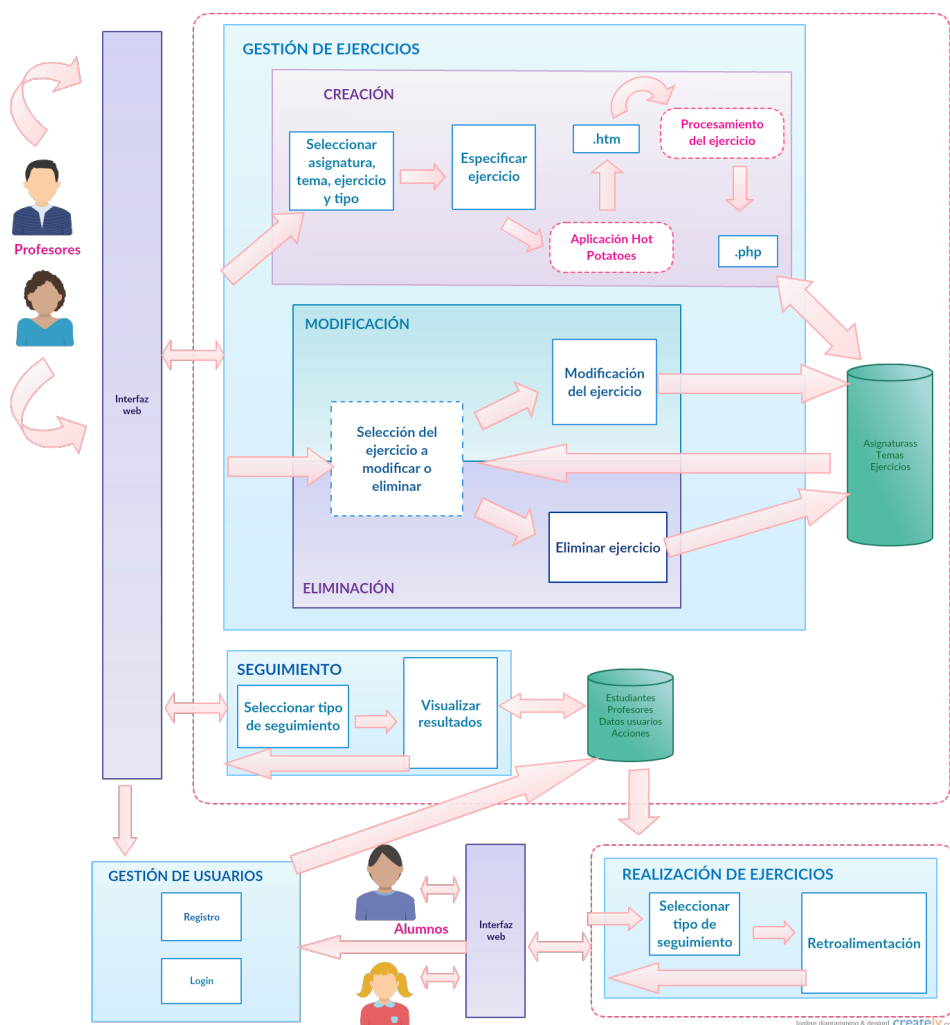


Figura 5.1: Arquitectura del proyecto

La Figura 5.1 muestra un esquema de dicha arquitectura. Los profesores y estudiantes interactuarán con la aplicación a través de la web. Los subsistemas darán soporte a la gestión de ejercicios y el seguimiento de las actividades por parte de los profesores, así como la realización de los mismos por parte de los alumnos.

Toda la información sobre los profesores, estudiantes, asignaturas, temas, ejercicios y resolución de los mismos por parte de los estudiantes se almacenará en la base de datos.

Seguidamente, se describe cada subsistema organizando la explicación según el rol que tenga el usuario en la aplicación.

5.1.1. Para el profesor

Las tareas principales que puede realizar el profesor son la gestión de ejercicios y el seguimiento de las actividades de sus alumnos. A continuación se explica detenidamente el funcionamiento de la aplicación para cada una de ellas, una vez que el profesor pulsa la opción correspondiente en el menú principal.

Gestión de ejercicios

Este subsistema, como su propio nombre indica, se encargará de dar soporte a la gestión de los ejercicios de la aplicación. Una vez dentro de la aplicación, el usuario deberá elegir la opción correspondiente que le permitirá realizar las siguientes opciones:

Creación de ejercicios

Los profesores podrán crear distintos tipos de ejercicios a través de un formulario y que tras completarlo procederá a subirlo a la aplicación. Este ejercicio se creará con la aplicación Hot Potatoes, guardando sus actividades en un fichero HTM. Posteriormente, dicho archivo se convertirá en un fichero con extensión Hypertext Preprocessor (PHP) a través de una herramienta de autor.

Eliminación/Modificación de un ejercicio

Para poder llevar a cabo esta acción, se deberá elegir entre una lista de asignaturas y temas el ejercicio objeto de la acción. A partir de aquí, el docente tiene dos posibilidades:

En la opción **modificar** se mostrará el formulario de subida de ejercicios para poder volver a subirlo a la aplicación.

En la opción **eliminar** se procederá a suprimir el ejercicio de la aplicación.

El diagrama de casos de uso representa de manera gráfica la forma en la que los actores interactúan con el sistema, mostrando los pasos que deben ejecutarse para realizar las actividades.

En la figura 5.2 se muestran los pasos que debe realizar el docente para llevar la gestión de los ejercicios.

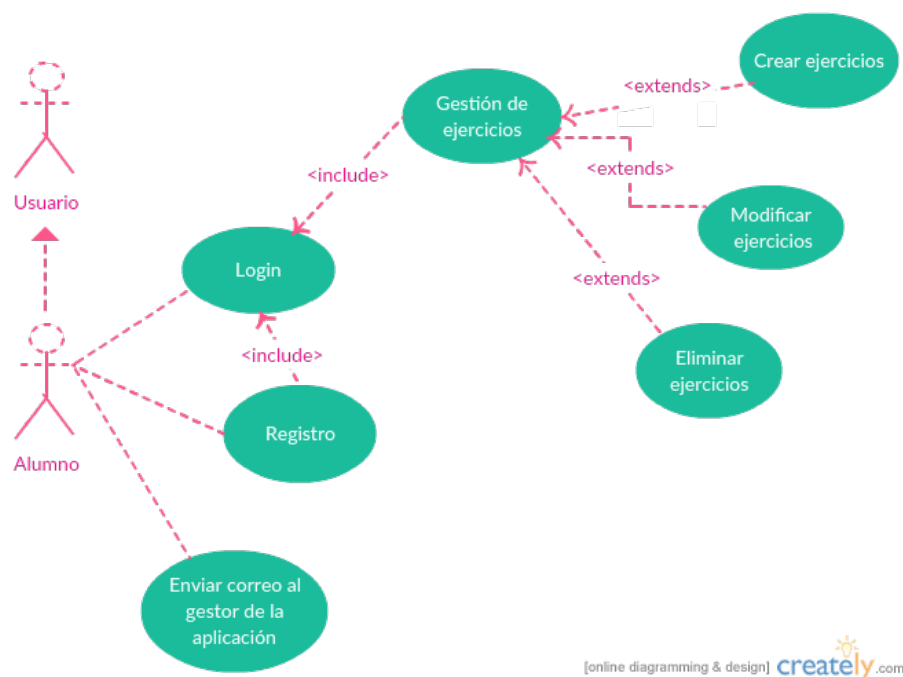


Figura 5.2: Diagrama de casos de uso de la gestión de ejercicios

Seguimiento: Monitorización de resultados

El proceso de seguimiento comienza con un menú donde el docente podrá consultar la información que necesite a través de una variedad de gráficas debiendo seleccionar una de las siguientes opciones:

- En el seguimiento **por asignatura** el docente podrá elegir la materia que desee de un listado que contempla las asignaturas creadas. Una vez elegida, se mostrarán los siguientes tipos de gráficos:
 - Seguimiento del resultado del número de aciertos del grupo en los ejercicios relacionados con la asignatura elegida, según el tipo de ejercicio.
 - Dada una asignatura se mostrará el porcentaje de aciertos por cada tipo de ejercicio.
 - Progreso a lo largo del tiempo del número de aciertos del alumno en las asignaturas según el tipo de ejercicio.

- En el seguimiento **por alumnos** se facilitará al docente la posibilidad de hacer un seguimiento individual seleccionando un alumno del listado. En esta opción, los profesores podrán consultar los siguientes datos:
 - Porcentaje de éxito en la realización de los ejercicios según su tipo.
 - Rendimiento del alumno respecto de la clase en global y en cada asignatura.
 - Progreso del alumno a lo largo del tiempo en cada asignatura.
 - Progreso del alumno a lo largo del tiempo desglosado según el tipo de ejercicio.
- En el seguimiento **global** se ofrecerán las siguientes opciones:
 - Progreso del grupo medido en términos del porcentaje de aciertos desglosados por asignaturas.
 - Progreso del grupo medido en términos del porcentaje de aciertos desglosados según el tipo de ejercicio.
 - Visualización del porcentaje de aciertos de cada tipo de ejercicio por cada asignatura para ver en qué tipo de ejercicio se ha obtenido los mejores resultados.

En la figura 5.3 se puede observar el diagrama correspondiente a este proceso.

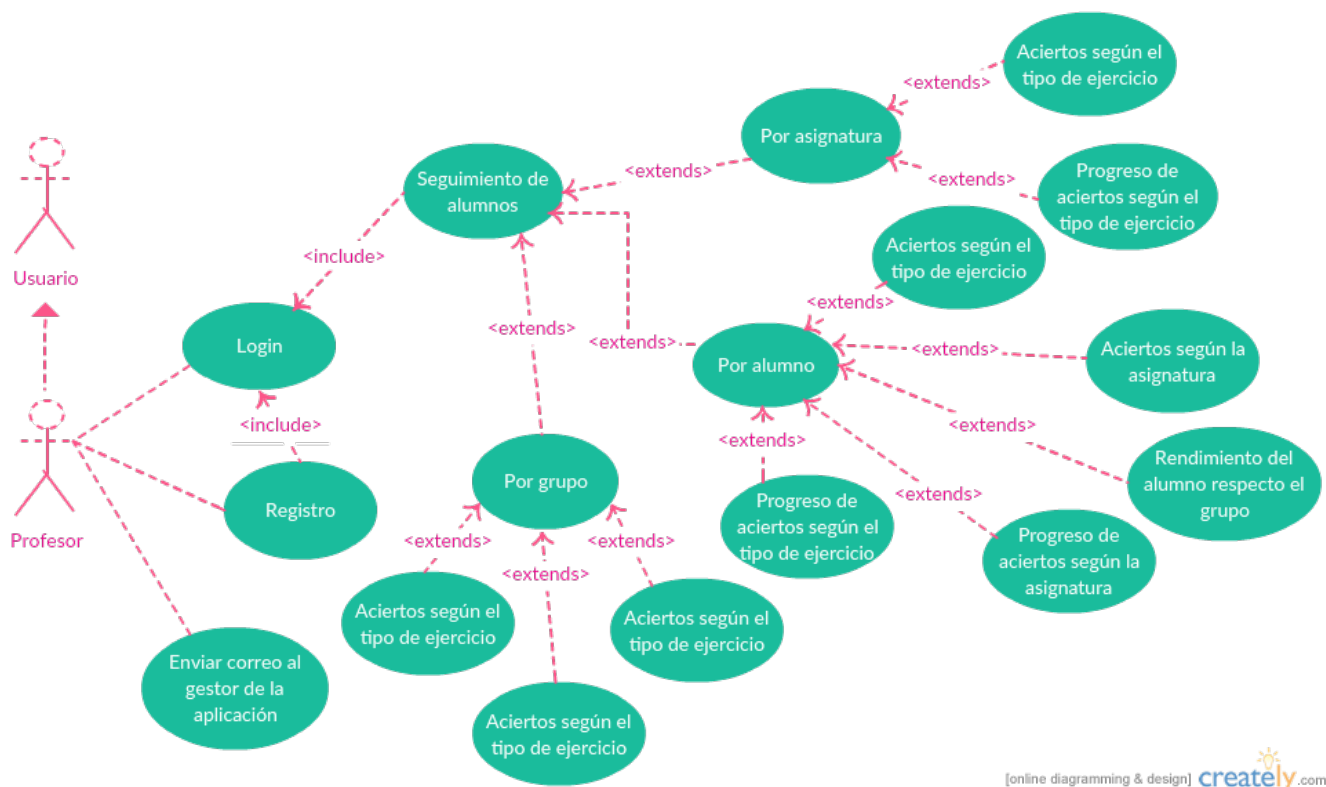


Figura 5.3: Diagrama de casos de uso del seguimiento

5.1.2. Para el alumno

Realización de ejercicios

Primeramente, los alumnos deberán haberse autenticado en la aplicación para proceder a la realización de los distintos ejercicios. A continuación, deberán elegir una asignatura del listado disponible. Una vez seleccionada, se mostrarán automáticamente los temas de los que puede repasar los contenidos. Finalmente, la aplicación ofrecerá al alumno la posibilidad de elegir el ejercicio que desee.

La figura 5.4 muestra el diagrama de casos de uso para este subsistema.

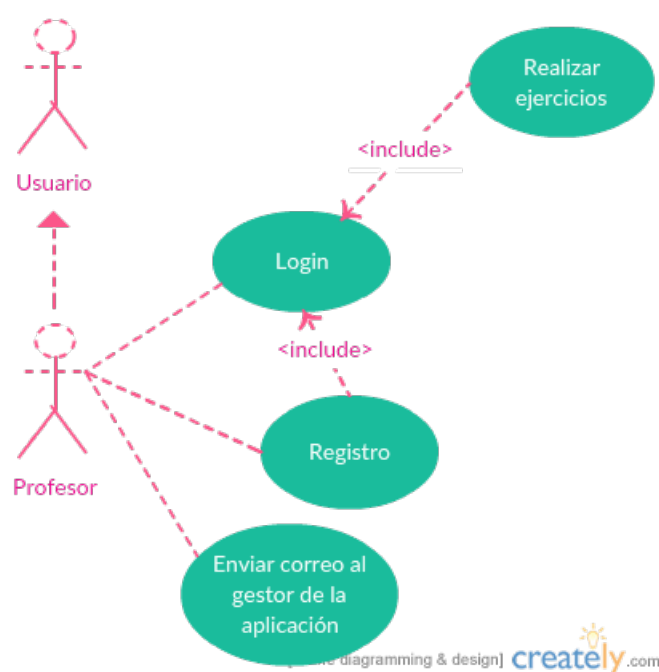


Figura 5.4: Diagrama de casos de uso de la realización de ejercicios

5.2. Diseño de la interacción

A continuación se representan los diagramas de flujo desarrollados para mostrar la interacción de los usuarios con la aplicación.

5.2.1. Para el profesor

Como se ha indicado anteriormente, el profesor puede realizar distintas acciones en la aplicación: gestionar ejercicios o visualizar el seguimiento de la evolución de los alumnos. En la Figura 5.5 se pueden ver los detalles de las distintas opciones que ofrece la aplicación al profesor y la funcionalidad correspondiente.

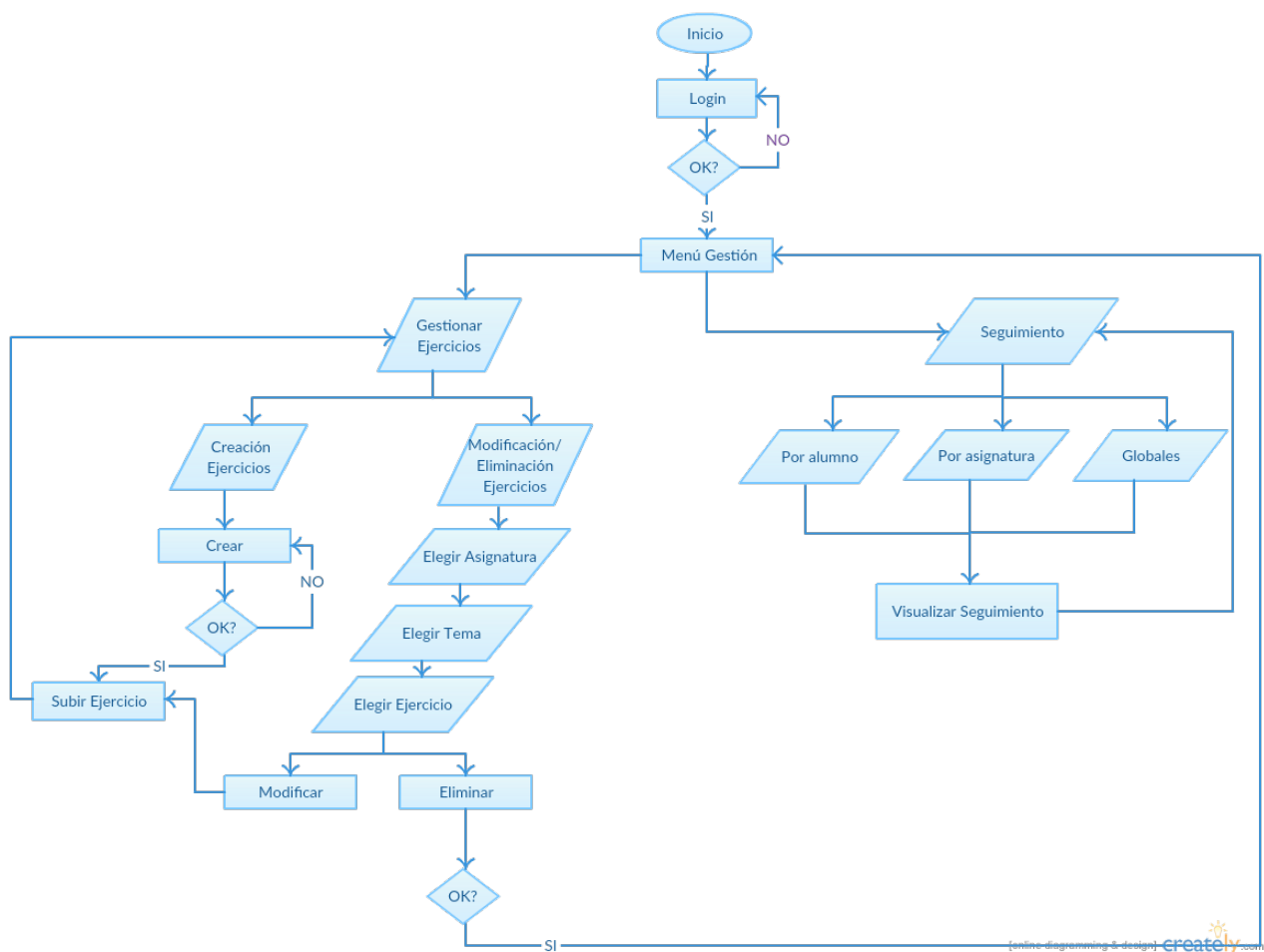


Figura 5.5: Diagrama de flujo para el profesor.

5.2.2. Para el alumno

La Figura 5.6 muestra el diagrama de flujo para el alumno, reflejando la interacción de este con la aplicación. Una vez autenticado, el alumno podrá acceder a la asignatura, tema y ejercicio que quiere realizar. Finalizado el ejercicio, podrá volver a realizar otros si así lo desea.

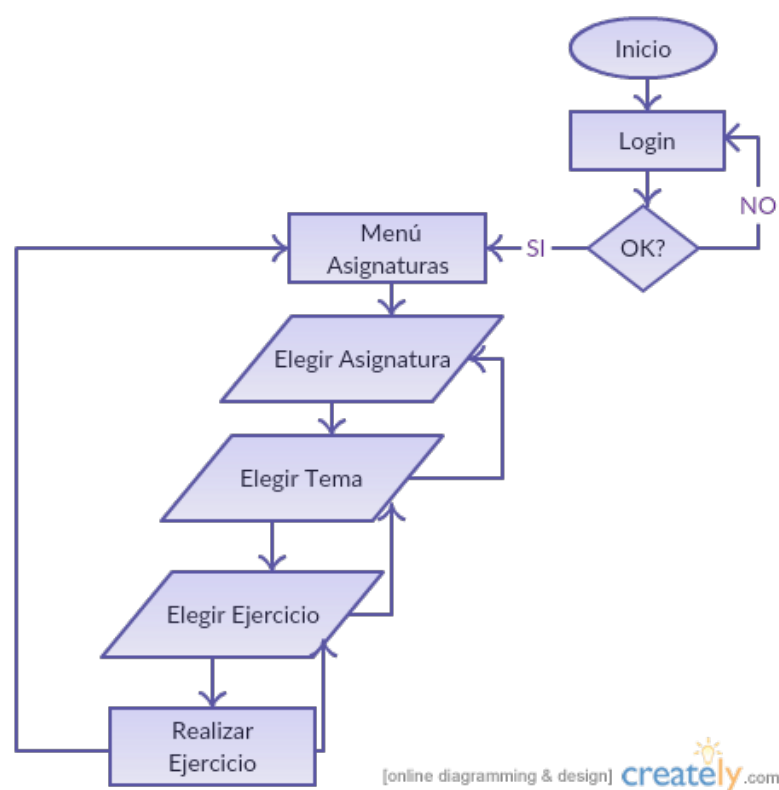


Figura 5.6: Diagrama de flujo para el alumno.

5.3. Mapa de navegación de la aplicación

Para dar soporte a la funcionalidad explicada anteriormente y a las interacciones descritas se creará una aplicación web que constará de varias páginas web.

La figura 5.7 presenta el mapa de navegación completo, que da una visión global de la navegación en la aplicación web. En el mapa de navegación se utilizan distintos colores según el rol del usuario que accede a la aplicación:

- El **color rosa** se corresponde con la navegación que puede realizar **cualquier usuario** que utilice la aplicación: página principal, página de registro/login y formulario de contacto con el administrador de la aplicación para el caso de tener algún problema/duda.

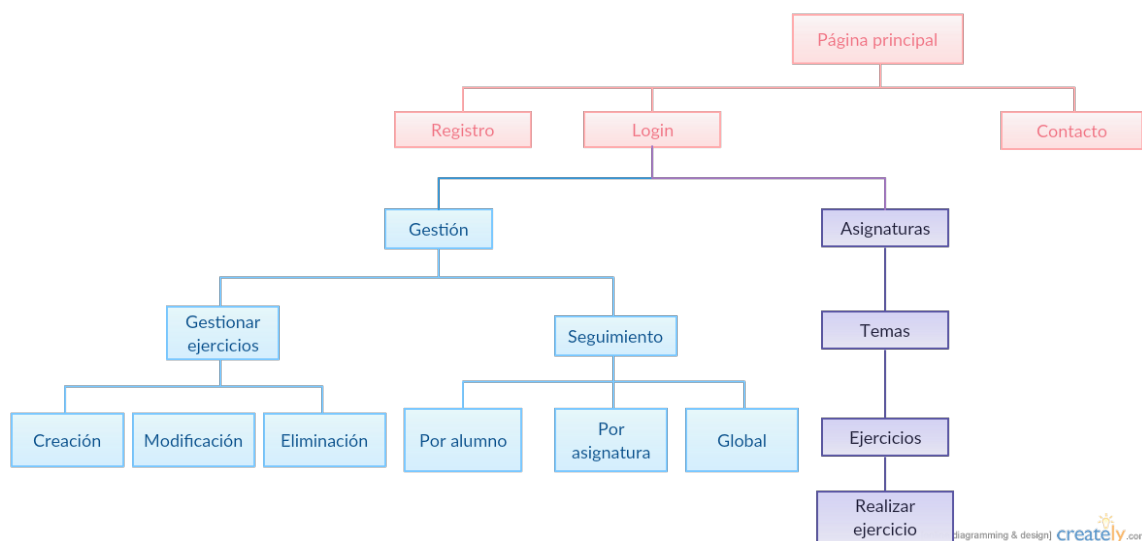


Figura 5.7: Blueprint de la herramienta TrainLearning.

- La parte del diagrama de **color azul** se corresponde a lo que vería únicamente un usuario que se ha **autenticado con rol de profesor**. Con esta jerarquía, el usuario puede realizar las tareas de de gestión de ejercicios y seguimiento a los alumnos.
- El **color morado** corresponde con la navegación disponible para un usuario autenticado con el **rol de alumno**. El usuario deberá elegir entre las distintas pantallas: asignatura, tema y ejercicio que desea para su realización.

5.4. Diseño de la interfaz

Para garantizar el cumplimiento de los requisitos de interfaz identificados durante el análisis realizado en el Sección 4.2 y para que la interacción persona-ordenador sea satisfactoria, se han tenido en cuenta los principios de la Guía práctica para el diseño de la interacción con el usuario [21]. Estos principios sirvieron de inspiración para la identificación de dichos requisitos.

5.4.1. Interactividad de la web

TrainLearning se trata de una herramienta educativa orientada a niños que estén cursando principalmente la etapa de Educación Primaria (8-12 años).

Se pretende diseñar una interfaz centrada en el usuario que tenga un comportamiento simple, claro y que sea atractiva y sencilla, logrando captar su atención a través de animaciones y de elementos dinámicos.

5.4.2. Wireframes

Los principios de la Guía práctica para el diseño de la interacción con el usuario también han inspirado el diseño de las maquetas de la aplicación. Estas maquetas proporcionan referencias visuales de las páginas webs en las que se definen el tipo de elemento que aparece en cada página y su distribución, mostrando la organización de la información a nivel de página.

La Figura 5.8 muestra la maqueta correspondiente a la página del ingreso en la aplicación.

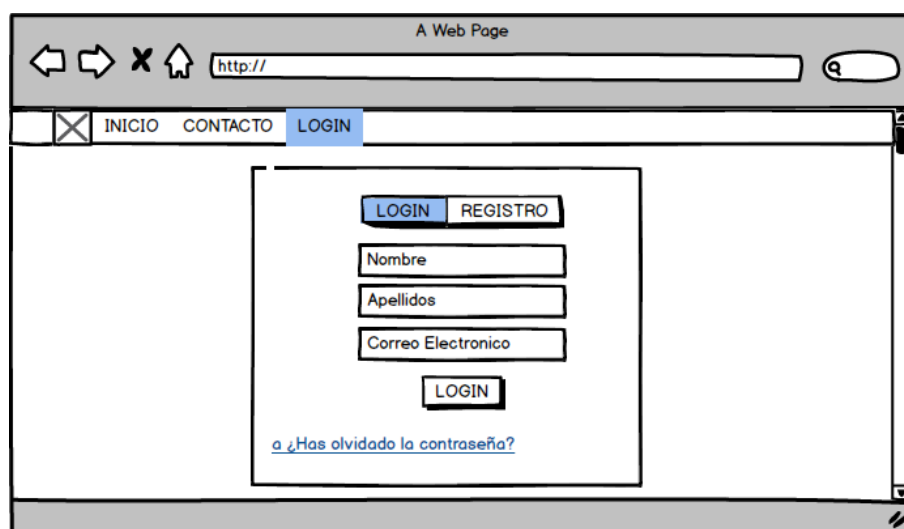


Figura 5.8: Maqueta de la vista del ingreso

En el Apéndice B se muestran todas las maquetas que se han diseñado.

5.5. Diseño de la base de datos

Para el almacenamiento de información se ha diseñado una base de datos siguiendo un modelo relacional.

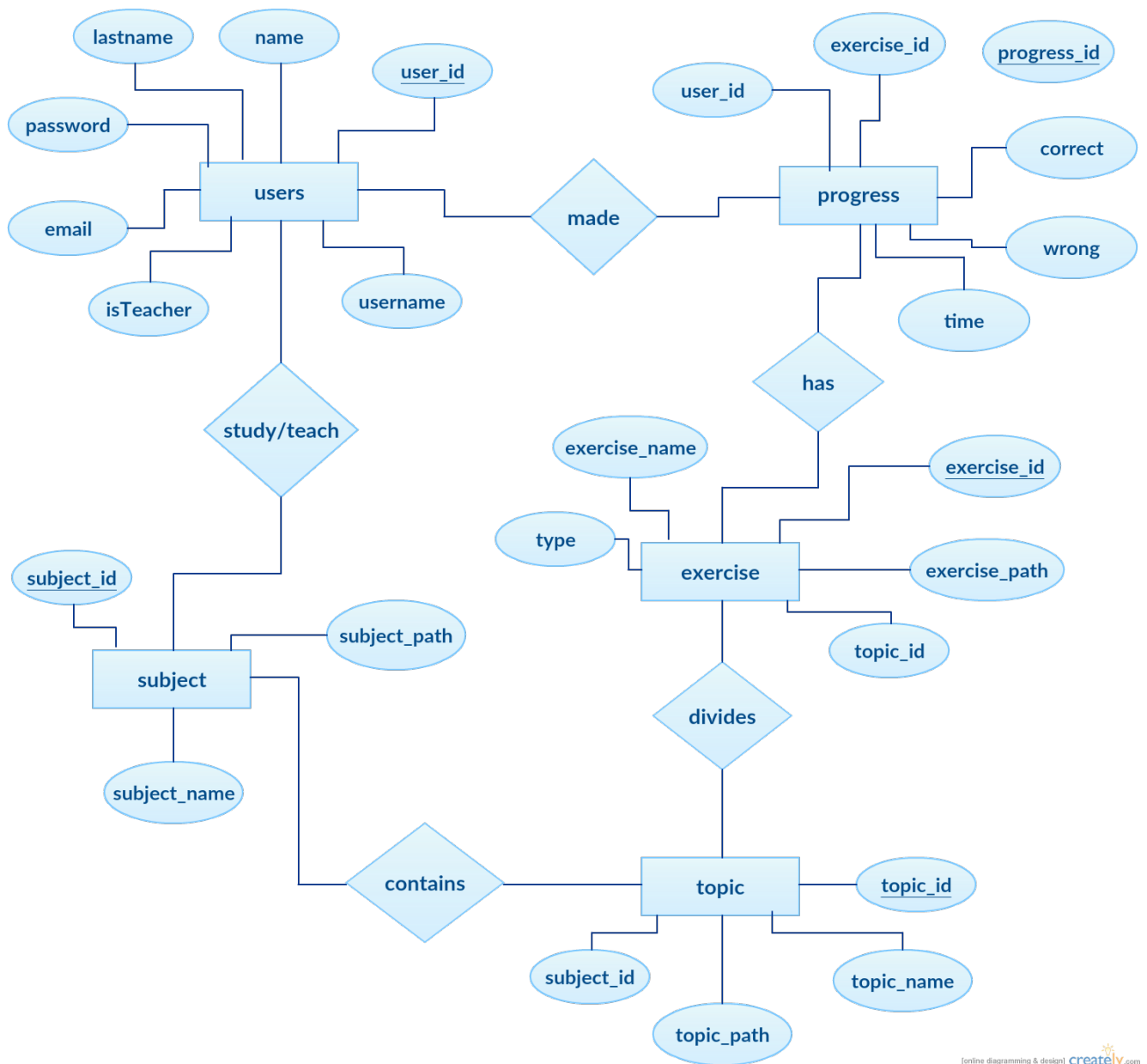


Figura 5.9: Diagrama Entidad Relación de la base de datos

En la figura 5.9 se muestra el diagrama Entidad-Relación compuesto por 5 entidades: Users, Subject, Topic, Exercise y Progress.

- La entidad **USERS** representa a todos los usuarios. Almacena los datos de los usuarios registrados en el sistema: nombre, apellido, correo electrónico, nombre de usuario, contraseña encriptada y un atributo de campo booleano (isTeacher) que indica si el usuario es profesor.
- La entidad **SUBJECT** almacena los datos relacionados con las asignaturas: identificador, nombre y directorio.
- La entidad **TOPIC** gestiona los datos relacionados con los temas. Cada tema se relaciona con su asignatura correspondiente mediante un identificador.
- La entidad **EXERCISE** almacena los datos vinculados con los ejercicios: nombre, ruta, tipo e identificador del tema con el que está relacionado.
- La entidad **PROGRESS** gestiona los datos relacionados con el seguimiento de los alumnos para cada ejercicio: porcentaje de aciertos, porcentaje de fallos y tiempo que ha tardado en realizarlo.

6 | Desarrollo

La aplicación desarrollada se ha basado en el diseño realizado previamente que se fue refinando en distintos prototipos hasta obtener el producto final. Concretamente, se realizó un primer prototipo en papel, para la identificación y verificación de requisitos. Se plasmó un primer prototipo que se fue modificando hasta llegar a la versión actual de la aplicación.

La estructura del proyecto TrainLearning está descrita en el Apéndice A.

6.1. Gestión de datos

La gestión de datos se ha implementado en PHP. Se han desarrollado las siguientes funcionalidades:

- Tratamiento de datos.

Se han mantenido en la parte PHP los datos necesarios para la lógica de la aplicación. Esto se ha llevado a cabo mediante variables de sesión principalmente para los datos del usuario como su nombre de usuario y el rol que tiene en la aplicación (profesor o alumno).

La comunicación entre el cliente y el servidor se ha llevado a cabo mediante cookies.

- Interacción con la base de datos implementada en PostgreSQL [22].

6.1.1. Interactividad de la web

Como se ha mencionado anteriormente en la Sección 5.4 TrainLearning tiene captar la atención del público al que está destinada.

Para ello, se han añadido imágenes y animaciones que hacen la web más dinámica y atractiva. Este objetivo se ha logrado mediante librerías Javascript como Hover o W3 y mediante atributos CSS modificando sus propiedades para poder crear distintas animaciones.

6.2. Tecnologías y herramientas utilizadas

Para la implementación de la aplicación diseñada anteriormente, se ha seleccionado la siguiente tecnología:

- HTML5 [23] para la codificación de la interfaz de la herramienta web. Es la quinta revisión del lenguaje estándar HTML realizado por la World Wide Web Consortium (W3C) para la elaboración de páginas web. Es considerado el lenguaje web más importante siendo crucial en la aparición, desarrollo y expansión de la World Wide Web (WWW).
- CSS3 [24] para la codificación del estilo de la página web. Es la última versión del lenguaje utilizado para definir y crear la presentación de un documento escrito en HTML.
- Bootstrap [14] para el diseño de la tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como extensiones de JavaScript opcionales adicionales.
- JavaScript [13] para la animación gráfica y la parte lógica de la aplicación. Es un lenguaje de programación interpretado basado en el estándar ECMAScript. Su aplicación en las web está orientado en el lado del cliente para la dinamicidad de la web y en el lado del servidor para relizar la parte del back-end.
- JQuery [25] para la animación gráfica. Es una biblioteca de JavaScript que permite simplificar la interacción con los documentos HTML, desarrollar animaciones y realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas mediante la técnica Asynchronous JavaScript And XML (AJAX).
- PHP [26] lenguaje utilizado para el tratamiento de datos entre las distintas vistas de la página web. Se usa principalmente para el desarrollo web de contenido dinámico.
- PostgreSQL [22] como Database Management System (DBMS) para el almacenamiento y gestión de datos sobre usuarios, asignaturas, temas, ejercicios y progresos.

Las herramientas que se han utilizado durante el desarrollo han sido las siguientes:

- Sublime Text [27] como entorno de programación.
- PG Admin III [28] para la gestión de la base de datos.
- Balsamiq [29] para realizar las maquetas de la aplicación.
- Photoshop [30] para el tratamiento de imágenes.
- Dropbox [31], para el control de versiones.
- Inkscape [32], para el tratamiento de imágenes vectoriales.

- Creately [33] para el diseño de los diagramas de casos de uso, el diagrama de la base de datos, el diagrama de la arquitectura de la aplicación y los diagramas de flujo.
- LaTeX Project [34], como software de composición de textos planos para la elaboración de este documento.

Los iconos utilizados en la aplicación se han obtenido de Font Awesome [35], una fuente de iconos vectoriales tratables mediante CSS.

La tipografía usada en la aplicación se ha obtenido de Google Fonts [36], un directorio interactivo de uso libre bajo la aplicación que programa interfaces para fuentes de la web.

Las fuentes utilizadas para TrainLearning están reflejadas en el Apéndice E.

6.3. Implementación de los subsistemas y de la Base de Datos

A continuación, se describe cómo se ha implementado cada uno de los subsistemas. En el Apéndice C se muestran las distintas vistas de la aplicación.

6.3.1. Registro y autenticación de usuarios

Para acceder a la aplicación, el usuario se tiene que registrar a través del formulario mostrado en la Figura C.3. Rellenará los campos solicitados y la aplicación los recoge mediante una petición POST comprobando que el usuario no esté registrado mediante consultas a la base de datos.

Para la autenticación el proceso es parecido, el usuario rellena los datos solicitados en la Figura C.2 y recoge los valores de los campos comprobando mediante una consulta a la base de datos si los campos son los correctos.

6.3.2. Gestión de ejercicios

Creación de ejercicios

Para crear un ejercicio, lo primero de todo, se requiere rellenar un formulario como el que se muestra en la Figura C.6.

Los datos de este formulario se recogen mediante el método POST en un fichero llamado createDirectory.php que tiene como finalidad:

- Establecer la ruta donde se almacena el fichero correspondiente al ejercicio que se va a crear partiendo de un directorio llamado Teacher que se crea en la carpeta raíz del proyecto.
- La ruta del ejercicio tiene la siguiente forma: Teacher/NombreAsignatura/nombreTema/nombreEjercicio
- Guardar en las tablas correspondientes de la base de datos mostrada en la Figura 5.9 la información recogida.

Los directorios se van creando y añadiendo en orden progresivo, es decir, primero las asignaturas, luego los temas y por último los ejercicios. Cada vez que se crea un ejercicio se va comprobando si existen los distintos directorios de nombres, de manera que si no se encuentra, se crea un nuevo directorio y si ya existe se crea el correspondiente mensaje de error.

Una vez establecida la ruta del ejercicio, se guarda en una variable de sesión y se llama a la vista de subida de ejercicio correspondiente a la Figura C.7.

En esta pantalla el usuario tiene que subir el ejercicio creado con la aplicación Hot Potatoes. Por si el usuario no está muy familiarizado con el programa, se le da la opción de tener una explicación detallada pinchando en el texto de la imagen.

El proceso de subida del ejercicio consta de dos partes diferenciadas:

- Preparación de la ruta del ejercicio que se ha subido con la extensión HTML utilizando la ruta que habíamos guardado en la variable de sesión, ya que Hot Potatoes genera un archivo con extensión HTM. Esta ruta tiene como nombre del fichero el nombre del ejercicio que se había elegido en el formulario.
- Ejecución de la herramienta de autor creada: **parser**. Esta herramienta sirve para automatizar los ejercicios creados con Hot Potatoes e integrarlos con el estilo de TrainLeaning. Este proceso se ha realizado mediante un programa en Lenguaje C que recibe tres argumentos por parámetro: la ruta del archivo con extensión HTML, la ruta del archivo con extensión PHP y la ruta destino del ejercicio que teníamos guardada en la sesión.

Se ha estudiado minuciosamente la salida de cada tipo de ejercicio (emparejamiento, completar huecos, respuesta múltiple y crucigrama) generado con Hot Potatoes con el objetivo de saber en qué parte del código proporcionado por la aplicación se tenía que añadir el estilo correspondiente para su automatización.

Gracias a la ruta del ejercicio que habíamos pasado por parámetro, se ha podido obtener su valor, de forma que el estudiante sabe en todo momento qué ejercicio que está realizando. También se ha añadido un cronómetro a través del cuál los alumnos tienen la noción del tiempo que tardan en realizar cada ejercicio. Este resultado se guarda a través de una cookie para posibilitar la comunicación cliente-servidor.

Además de esto, se volvió a estudiar el código de las páginas externas de la aplicación de forma que se añadió en el código de cada tipo de ejercicio las sentencias necesarias

para crear cookies por cada ejercicio. Con esto, tenemos un control sobre las veces que el estudiante realiza el ejercicio. Cada vez que realiza el ejercicio aumenta el número de intentos.

Se ha añadido la funcionalidad necesaria en cada ejercicio con el objetivo de capturar la información necesaria para luego poder realizar el seguimiento a los alumnos. Esta información es la siguiente: el tiempo que tarda en realizar el ejercicio, el número de aciertos, el número de fallos, el nombre del ejercicio, la ruta y el número de intentos.

Tras este proceso, se elimina el archivo con extensión HTML original de la ruta del ejercicio, dejando sólo el archivo con extensión PHP para su posterior visualización por parte de los alumnos. El resultado de este desarrollo se ve reflejado en las Figuras C.11, C.12, C.13 y C.14.

Eliminación/Modificación de un ejercicio

Para poder eliminar o modificar un ejercicio primeramente se muestra un listado de las asignaturas que se han creado previamente y al seleccionar una de ellas se muestra una lista con los temas creados para finalmente poder seleccionar el ejercicio. A partir de este momento es el usuario quién decide la opción que quiere realizar como se muestra en la Figura C.8.

En la opción **modificar** al seleccionar esta opción, se elimina a partir de la ruta, el fichero del ejercicio que se quiere modificar y se muestra la pantalla de selección del ejercicio que se quiere elegir repitiendo el proceso contado anteriormente.

En la opción **eliminar** simplemente obtenemos la ruta del ejercicio que se quiere eliminar y lo borramos del directorio de carpetas creado y de la base de datos.

6.3.3. Realización de ejercicios

Para poder realizar un ejercicio, los alumnos deberán elegir la opción “Asignaturas” de la página principal.

Una vez seleccionada, se mostrarán automáticamente las asignaturas de las que puede repasar los contenidos que se cargan automáticamente haciendo una consulta a la base de datos obteniendo como resultado la vista de la Figura C.9. Tras la realización del ejercicio, la aplicación guarda en la base de datos los resultados de dicho ejercicio.

Tras seleccionar la asignatura, se seguirá el mismo proceso para los temas de cada una de ellas, de manera que, al seleccionarlo, se ofrece al alumno la posibilidad de elegir el ejercicio que desee pulsando el icono del lápiz como se muestra en la Figura C.10.

Durante la navegación por la selección de asignaturas y temas se han realizado consultas a la base de datos con la finalidad de ir obteniendo los valores deseados, pasando por parámetro de una página a otra, los nombres de la asignatura y tema elegidos para ir

formando la ruta del ejercicio, de modo que, finalmente, al seleccionar el ejercicio mediante el icono, se pueda acceder al subdirectorío donde se encuentra cada ejercicio.

6.3.4. Seguimiento

El proceso de seguimiento comienza con el menú mostrado en la Figura C.15 donde el docente podrá consultar la información que necesite a través de una variedad de gráficas seleccionando una de las opciones disponibles.

Para la visualización de las distintas opciones de seguimiento mencionadas anteriormente, se ha utilizado la librería C3.js que permite integrar gráficas en aplicaciones web con posibilidad de modificar su estilo.

Se ha seguido el mismo proceso en la realización de cada una de las gráficas:

- Crear una función de usuario que guarde en un array los valores obtenidos de la consulta de la base de datos en función de los datos que se quiera representar en el gráfico.
- Guardar los valores obtenidos en un JavaScript Object Notation (JSON) y llamar a la función correspondiente en Javascript para representar los datos. Esta función se encargará de:
 - Convertir un valor dado en Javascript a una cadena JSON.
 - Analizar la cadena de texto como JSON.
 - Obtener los valores de la cadena de texto.
 - Guardar los datos en distintos arrays.
 - Recorrer los valores de los arrays en paralelo avanzando en el índice y guardar en el mismo índice del objeto Javascript los valores anteriores.
 - Llamar a la función `generate()` de la librería C3 introduciendo en el campo `data` el objeto javascript que contiene todos los valores a representar.

La función `generate()` puede generarse a gusto del usuario indicando:

- El **campo type** según el diagrama que se quiera representar.
- El **campo colors** indicando qué color se asigna a cada leyenda.
- El **campo axis** para modificar el nombre de los ejes del gráfico.

7 | Pruebas y resultados

En este capítulo se especifican las diversas pruebas que se ha ido realizando a lo largo del desarrollo y los resultados finales del proyecto.

7.1. Pruebas de funcionamiento de la aplicación

Durante el proceso de realización de TrainLearning se han establecido una variedad de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación.

Se ha puesto un especial hincapié en la realización de las pruebas de verificación y validación para ofrecer al usuario una aplicación funcional y útil.

Las pruebas de validación tienen como fin validar la funcionalidad requerida, es decir, el análisis de requisitos descrito en la Sección 4. Para poder llevar a cabo estas pruebas, se ha realizado un estudio con usuarios cuyos perfiles corresponden con los usuarios finales de la aplicación.

7.1.1. Pruebas sobre la lógica

El proceso de verificación consiste en comprobar que el comportamiento del software resultante es el esperado. Para la validación de este proceso se han realizado inspecciones de código, pruebas de caja blanca y pruebas de caja negra.

Inspecciones de código

Las inspecciones de código son las encargadas de revisar el código implementado. La revisión se ha llevado a cabo al final de cada iteración, detectando posibles errores y solventándolos para el principio de la siguiente iteración.

Durante estas pruebas se creyó que era conveniente repetir la inspección al ir añadiendo nuevas funcionalidades revisando en cada iteración el código generado en las anteriores.

Por ejemplo, durante la tercera iteración (Realización de ejercicios), el código de la segunda iteración (Gestión de ejercicios) sufrió varios cambios debido a la nueva funcionalidad implementada.

Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca también llamadas estructurales o de cobertura lógica consisten en revisar el funcionamiento interno del programa.

El diseño de estas pruebas está relacionado con el camino básico que debe seguir el código y el estudio de las variables del programa.

Se preparó una batería de pruebas para cada subsistema: gestión de usuarios, gestión de ejercicios, realización de ejercicios y seguimiento. Después de ejecutar la batería de pruebas, se corrigieron los errores encontrados relacionados principalmente con la falta de control en algunas funciones condicionales.

Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra conocidas como pruebas de comportamiento se basan en la comprobación del buen funcionamiento del programa sin importar el procedimiento que se realizado.

Se ha creado una batería de pruebas cubriendo todos los casos posibles: aplicando pruebas con interacciones inesperadas, introducción de datos normales y extremos sobre el sistema. A estas pruebas se aplican un determinado grupo de entradas y se observan si las salidas que se producen, de cada función se está realizando correctamente.

7.1.2. Pruebas sobre la interacción e interfaz

Se han revisado todas las páginas cuidadosamente para comprobar que se cumplan los requisitos de interfaz identificados durante el análisis y no hay inconsistencias.

Respecto a la interacción, se ha explorado la aplicación exhaustivamente para comprobar los requisitos de interacción identificados, aunque serán los usuarios finales, quienes tengan la última palabra sobre su grado de cumplimiento tal y como ocurre con los requisitos de interfaz.

7.2. Pruebas con usuarios

Una vez que la aplicación ha sido implementada y desarrollada, se han realizado diversas pruebas con usuarios reales con el fin de validar la funcionalidad y usabilidad.

Las pruebas están enfocadas para los usuarios a los que está destinada TrainLearning: alumnos y docentes de la etapa de Educación Primaria.

Se ha efectuado una batería de pruebas tanto para estudiantes, como profesores, en la que se abarcan todas las posibles funcionalidades de la aplicación, con el fin de valorar el producto final.

Para el desarrollo de estas pruebas se ha contado con dos alumnos que estudian el segundo ciclo de Educación Primaria (8 y 10 años). El perfil de docente lo ha ejercido un educador de la etapa de Educación Primaria.

Durante la realización de las pruebas se ha utilizado la Técnica Think Aloud [37]: los usuarios completaron las tareas indicadas mientras iban comentando sus impresiones al evaluador. Se pidió a los usuarios que realizaran una serie de tareas. Por ejemplo, a los profesores se les propuso la tarea de crear un ejercicio de la asignatura de Lengua y a los alumnos, por ejemplo, encontrar un ejercicio específico de una asignatura. En el Apéndice D se muestran todas las tareas realizadas a los usuarios.

El evaluador, en este caso, la autora del proyecto, recogió los comentarios sobre la interacción del usuario con la herramienta, midiendo la eficiencia y la eficacia y verificando que se habían completado las tareas.

Después de realizar las tareas, se realizó un cuestionario a cada usuario para medir su satisfacción con la herramienta.

Se han realizado dos cuestionarios distintos según el rol del usuario que incluyen una serie de preguntas con opciones de respuestas basadas en una escala tipo Likert de 5 valores. Esta escala comprende valores desde 1 (Totalmente en desacuerdo) hasta 5 (Totalmente de acuerdo). Las cuestiones incluyen preguntas proporcionando sobre usabilidad, facilidad de uso, facilidad de aprendizaje y satisfacción.

Los cuestionarios creados para profesores y alumnos están recogidas en el Apéndice D.

7.3. Resultados y conclusiones generales

La implementación de este Proyecto de Fin de Grado ha tenido como resultado la herramienta TrainLearning, la cual cumple con los objetivos propuestos. Los diversos tipos de pruebas realizadas han servido para validar el producto final.

No se produjo ningún problema durante el desarrollo de las pruebas. La aplicación web demostró gran robustez durante la realización de las mismas.

En general, los usuarios con los que se relizaron las tareas no tuvieron problemas en el entendimiento de la aplicación, les pareció muy intuitiva y pudieron llevar a cabo las tareas sin ninguna explicación previa ni ninguna pista del camino que tenían que seguir hasta realizar la tarea solicitada. Se observó que los niños con los que se llevaron a cabo, no tenían una gran soltura con el teclado del ordenador.

Todas las tareas realizadas ya sea por parte de alumnos o profesores, se llevaron a cabo de manera satisfactoria y sin ayuda del evaluador.

Las cuestiones más destacables para ambos tipos de usuarios, por haber obtenido la máxima puntuación sobre la escala de Likert (5) son:

- Es fácil aprender a usarla.
- Se aprende a usar rápidamente.
- Se recuerda fácilmente como usarla.
- Puede usarse sin instrucciones.
- Es divertida de usar.
- Es amigable.

A los alumnos les ha parecido una aplicación divertida, fácil de usar y la ven útil para repasar las asignaturas que dan en clase incluso para reforzar los conceptos en verano. También les gustan los distintos tipos de ejercicios con los que, de una forma divertida, pueden repasar los temas dados en clase.

El profesor quedó satisfecho con la aplicación y ha expresado interés en utilizarla durante sus clases. Ve que puede ser útil para reforzar los aspectos que más le interesa en cada momento. La gestión de los ejercicios se realiza de una manera sencilla, se ve claramente el progreso de cada alumno y del grupo y, al ser una aplicación atractiva, capta con facilidad la atención de los alumnos.

Finalmente, a la vista de las pruebas realizadas con esta pequeña muestra, podemos concluir que tanto el docente como estudiantes se han sentido satisfechos con TrainLearning y han demostrado un interés en su utilización. Sería interesante realizar pruebas con un mayor número de usuarios, para tratar de identificar posibilidades de mejora para TrainLearning.

8 | Conclusiones y líneas futuras

Para finalizar este trabajo se desarrollará a lo largo de este capítulo las conclusiones y algunas ideas para mejorar este proyecto.

Con el desarrollo de la herramienta TrainLearning se ha cumplido el objetivo con el que empezó a realizarse este proyecto: diseñar y desarrollar una aplicación que sirva de apoyo al aprendizaje.

TrainLearning se ha convertido en una plataforma que brinda al usuario la capacidad de afianzar los conceptos explicados en clase, gestionar ejercicios mediante su creación con la herramienta Hot Potatoes, un software libre que permite crear distintos tipos de ejercicios. También ofrece al usuario el seguimiento del progreso de sus alumnos de manera individual o colectiva.

El potencial del proyecto para un uso extendido se ha puesto en manifiesto durante las pruebas realizadas a los alumnos que cursan el segundo ciclo de Educación Primaria y a un educador de la misma etapa.

Durante y tras la ejecución de las mismas, se ha podido comprobar la importancia que tiene la usabilidad y el diseño al desarrollar una web enfocada a la educación. Para que una aplicación educativa sea atractiva, tiene que adaptarse a las necesidades del usuario.

Se han considerado las siguientes ideas para realizarse como **trabajo futuro**:

- En el formulario de registro, añadir un checkbox con el listado de profesores para que un profesor pueda marcar a aquellos otros a los que les da permiso para acceder a la asignatura.
- Que los profesores dispongan de la opción de gestionar asignaturas diferenciando las que han creado de aquellas a las que tienen acceso.
- Que el docente tenga la opción asociar a un estudiante las asignaturas que esté cursando y, además, las de un curso inferior, para que el estudiante tenga acceso a esos ejercicios en caso de que sea conveniente que repase esos conceptos.
- Incorporar un apartado con información adicional de cada asignatura con contenido interactivo y multimedia, o enlaces a contenido disponible online.
- Ampliar la aplicación para que pueda incluir contenidos de teoría o enlaces a los mismos.

Bibliografía

- [1] Rocío Martín-Laborda. *Las nuevas tecnologías en la educación*. 2013. [Último acceso: 08-06-2017]. URL: http://www.telecentros.info/pdfs/05_06_05_tec_edu.pdf.
- [2] Erick Fernández Merette. *Implantación de laboratorios TIC y de una asignatura troncal de aprendizaje de codificación Informática en niños de 6 a 8 años en la ciudad de Gaspar Hernández en República Dominicana*. Universidad Politécnica de Madrid, 2013. [Último acceso: 08-06-2017]. URL: http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2012-2013/TFM_Erick_Fernandez_2013.pdf.
- [3] *Hot Potatoes*. Centro de Humanidades de la Universidad de Victoria (UVIC), 2009. [Último acceso: 12-01-2017]. URL: <https://hotpot.uvic.ca/>.
- [4] José Ramón Uldemolíns Martínez. *Elaboración de ejercicios en la web con Hot Potatoes*. IES Pinar de la Rubia, 2006-2007. [Último acceso: 18-04-2017]. URL: <http://platea.pntic.mec.es/juldemol/pub/p12.pdf>.
- [5] *Tipos de ejercicios de Hot Potatoes*. Ministerio de Educación. Gobierno de España, [Último acceso: 30-04-2017]. URL: http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/62/cd/pdf/modulo_4.pdf.
- [6] *Jclic*. XTEC - Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, [Último acceso: 15-12-2016]. URL: <http://clic.xtec.cat/es/jclic/>.
- [7] *Jclic Author*. Instituto de Tecnologías Educativas, [Último acceso: 15-12-2016]. URL: http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/131/cd/modulo_6/jclic_author.html.
- [8] Martin Dougiamas. *Moodle*. Curtin University, [Último acceso: 16-12-2016]. URL: <https://moodle.org/?lang=es>.
- [9] Ian Lunn. *Hover.css*. [Último acceso: 10-03-2017]. URL: <http://ianlunn.github.io/Hover/>.
- [10] *W3.css*. [Último acceso: 02-02-2017]. URL: <https://www.w3schools.com/w3css/>.
- [11] *Diseño responsive*. [Último acceso: 12-06-2017]. URL: <https://www.40defiebre.com/que-es/disenio-responsive/>.
- [12] Claudio Guglieri Matthew Wagerfield. *Parallax.js*. [Último acceso: 04-12-2016]. URL: <http://matthew.wagerfield.com/parallax/>.
- [13] *JavaScript*. Netscape Communications Corp, Mozilla Foundation, 1995. [Último acceso: 12-06-2017]. URL: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>.
- [14] *Bootstrap*. Mark Otto, Jacob, [Último acceso: 30-05-2017]. URL: <http://getbootstrap.com/>.

- [15] *Bootstrap Validator*. [Último acceso: 23-05-2017]. URL: <http://1000hz.github.io/bootstrap-validator/>.
- [16] *Bootstrap Switch*. Mattia Larentis, [Último acceso: 03-12-2016]. URL: <http://bootstrapswitch.com/>.
- [17] *C3.js*. sencha, 2011. [Último acceso: 08-06-2017]. URL: <http://c3js.org>.
- [18] *D3.js*. BSD, 2011. [Último acceso: 15-05-2017]. URL: <http://c3js.org>.
- [19] *Fileinput*. Krajee Webtips, [Último acceso: 29-04-2017]. URL: <http://plugins.krajee.com/file-input>.
- [20] Objective HTML Justin Kimbrell. *FlipClock*. [Último acceso: 29-03-2017]. URL: <http://flipclockjs.com/>.
- [21] *Guía Práctica de diseño de la interacción con el usuario*. [Último acceso: 13-06-2017]. URL: <http://di002.edv.uniovi.es/~alguero/eaac/Ensenianza/GUIAP.pdf>.
- [22] *PostgreSQL*. The PostgreSQL Global Development Group, 1996. [Último acceso: 10-06-2017]. URL: <https://www.postgresql.org/>.
- [23] *HTML*. World Wide Web Consortium, 2009. [Último acceso: 10-06-2017]. URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/HTML>.
- [24] *CSS*. World Wide Web Consortium, 1996. [Último acceso: 10-06-2017]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cascading_Style_Sheets.
- [25] *jQuery*. jQuery Team, 2006. [Último acceso: 12-06-2017]. URL: <http://jquery.com>.
- [26] *PHP*. Zend Technologies, 1995. [Último acceso: 10-06-2017]. URL: <https://secure.php.net>.
- [27] *Sublime Text*. Jon Skinner, [Último acceso: 25-11-2016]. URL: <http://www.sublimetext.com>.
- [28] *PgAdmin*. [Último acceso: 14-02-2017]. URL: <https://www.pgadmin.org/>.
- [29] *Balsamiq*. Balsamiq Studios, LLC, 2008-2017. [Último acceso: 28-12-2016]. URL: <https://balsamiq.com/>.
- [30] *Photoshop*. [Último acceso: 18-04-2017]. URL: <http://photoshopen.blogspot.com/>.
- [31] *Dropbox*. [Último acceso: 08-06-2017]. URL: <https://www.dropbox.com/>.
- [32] *Inkscape*. [Último acceso: 10-04-2017]. URL: <https://inkscape.org/es/>.
- [33] *Creately*. Cinergix Pty. Ltd, 2008-2017. [Último acceso: 22-06-2017]. URL: <https://creately.com/>.
- [34] *LaTeX project*. [Último acceso: 25-06-2017]. URL: <https://www.latex-project.org/>.
- [35] *Font Awesome*. Dave Gandy, 2012. [Último acceso: 26-01-2016]. URL: <http://fontawesome.io>.
- [36] *Google fonts*. 2010. [Último acceso: 20-12-2016]. URL: <https://fonts.google.com/>.
- [37] *Think aloud protocol*. Wikipedia, [Último acceso: 13-06-2017]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Think_aloud_protocol.

-
- [38] *Imagen árbol con libros formando hojas*. Pinterest, [Último acceso: 21-11-2016]. URL: <https://es.pinterest.com/pin/493566440397836433/>.
- [39] *Imagen del logo*. Freepik, [Último acceso: 4-04-2017]. URL: http://www.freepik.es/vector-gratis/fondo-con-diferentes-formas-abstractas_1082360.htm.
- [40] *Icono mundo*. Wikimedia Commons, [Último acceso: 15-11-2016]. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PICOL_icon_Globe.svg.
- [41] *Imagen lápiz*. Wikimedia Commons, [Último acceso: 15-11-2016]. URL: <http://icon-icons.com/es/icono/izquierda-redondo-flecha/2894>.
- [42] *Imagen plus página principal*. Freepik, [Último acceso: 10-11-2016]. URL: http://www.freepik.es/iconos-gratis/signo-de-adicion_786796.htm#term=anadir&page=1&position=21.
- [43] *Imagen de comentario*. PNG images, pictures, clipart, icon for designer, [Último acceso: 15-12-2016]. URL: http://pngimagesfree.com/speech_bubble/callouts%20speech%20bubble.png.
- [44] *Imagen playa*. Unsplash, [Último acceso: 12-11-2016]. URL: <https://images.unsplash.com/photo-1468956332313-2dcf1542828f?ixlib=rb-0.3.5&q=80&fm=jpg&crop=entropy&cs=tinysrgb&dl=uf4oyaimwgg-jamison-mcandie.jpg&s=2c3a0c9db2995bcf9886129919ed1cb1>.
- [45] *Imagen sprite saludo*. [Último acceso: 15-11-2016]. URL: <https://i.stack.imgur.com/ilKfd.png>.
- [46] *Imagen flecha hacia la izquierda*. Linkware, [Último acceso: 27-05-2017]. URL: <http://icon-icons.com/es/icono/izquierda-redondo-flecha/2894>.
- [47] *Imagen flecha hacia la derecha*. Linkware, [Último acceso: 27-05-2017]. URL: <http://icon-icons.com/es/icono/derecha-flecha-aplicacion/3870>.
- [48] *Icono borrar*. Pixabay, [Último acceso: 24-12-2016]. URL: <https://pixabay.com/es/basura-cubo-de-la-basura-eliminar-2091534/>.
- [49] *Icono OK*. IconFinder, [Último acceso: 24-12-2016]. URL: https://www.iconfinder.com/icons/389929/accept_apply_approve_confirm_good_ok_yes_icon.
- [50] *Icono contraseña*. Wikimedia Commons, [Último acceso: 24-12-2016]. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lock_font_awesome.svg.
- [51] *Icono añadir*. Pixabay, [Último acceso: 10-11-2016]. URL: <https://pixabay.com/es/plus-a%C3%B1adir-adici%C3%B3n-bot%C3%B3n-signo-310108/>.
- [52] *Icono de advertencia*. Pixabay, [Último acceso: 24-12-2016]. URL: <https://pixabay.com/es/riesgo-personajes-seguridad-468289/>.

Apéndices

A | Estructura del proyecto

Aquí se presenta el árbol que describe la estructura del proyecto especificando la jerarquía de los directorios desarrollados, excluyendo las bibliotecas externas utilizadas y nombradas anteriormente.

```
/TrainLearning
├── css
│   ├── OKmessage.css
│   ├── WarningMessage.css
│   ├── contact.css
│   ├── counter.css
│   ├── exercise.css
│   ├── footer.css
│   ├── header.css
│   ├── index.css
│   ├── login.css
│   ├── management.css
│   └── statistics.css
├── html
│   ├── login.html
│   ├── loginFail.html
│   ├── mailExist.html
│   ├── passWrong.html
│   ├── userExist.html
│   └── userFail.html
├── images
├── js
│   ├── addExercise.js
│   ├── contact.js
│   ├── cookies.js
│   ├── correctsExercises.js
│   ├── correctsSignatures.js
│   ├── counter.js
│   ├── index.js
│   ├── login.js
│   ├── timeStatistics.js
│   └── upoadFile.js
├── parser
│   └── parser.c
└── /
```

- php
 - addExercises.php
 - changePassword.php
 - contact.php
 - correctExerciseBySignatures.php
 - correctsExerciseByStudent.php
 - correctsSignaturesBySignature.php
 - correctSignatresByStudent.php
 - correctsSignaturesByStudentDonut.php
 - createDirectory.php
 - createStatistics.php
 - exercisesExists.php
 - exerciseUpload.php
 - forgotPassword.php
 - globalCorrectsExercisesBySignatures.php
 - globalStatisticsExercises.php
 - globalStatisticsSignatures.php
 - hpInstructions.php
 - index.php
 - isTeacher.php
 - listExercises.php
 - listSignatures.php
 - listSignaturesStatistics.php
 - listStudents.php
 - listTopics.php
 - login.php
 - mailFail.php
 - management.php
 - managementExercises.php
 - modifyExercise.php
 - mustLogin.php
 - operationSuccess.php
 - register.php
 - removeExercises.php
 - sendEmail.php
 - signOff.php
 - statistics.php
 - timeCOrrectsExercisesBySignature.php
 - timeCorrectsExercisesStudent.php
 - timeCorrectsSignaturesStudent.php
 - uploadFile.php
 - uploadProcess.php
- Teacher

B | Maquetas

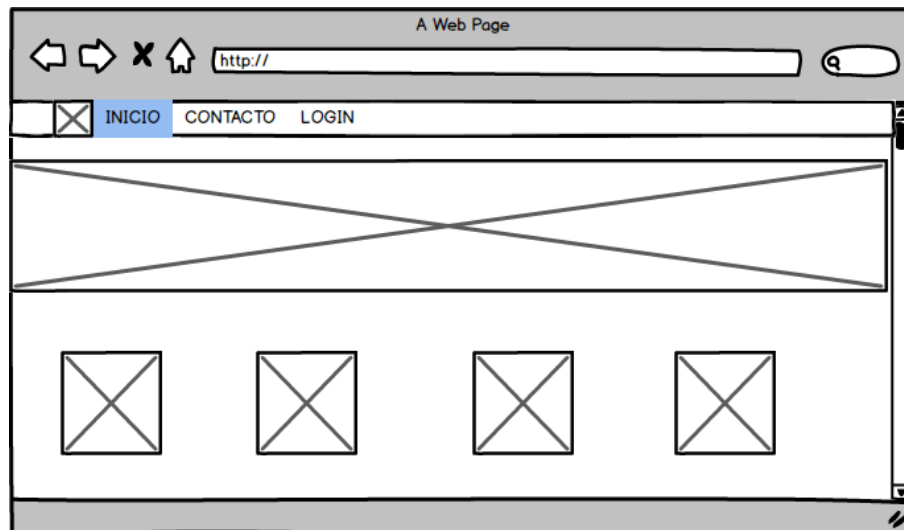


Figura B.1: Maqueta de la página principal

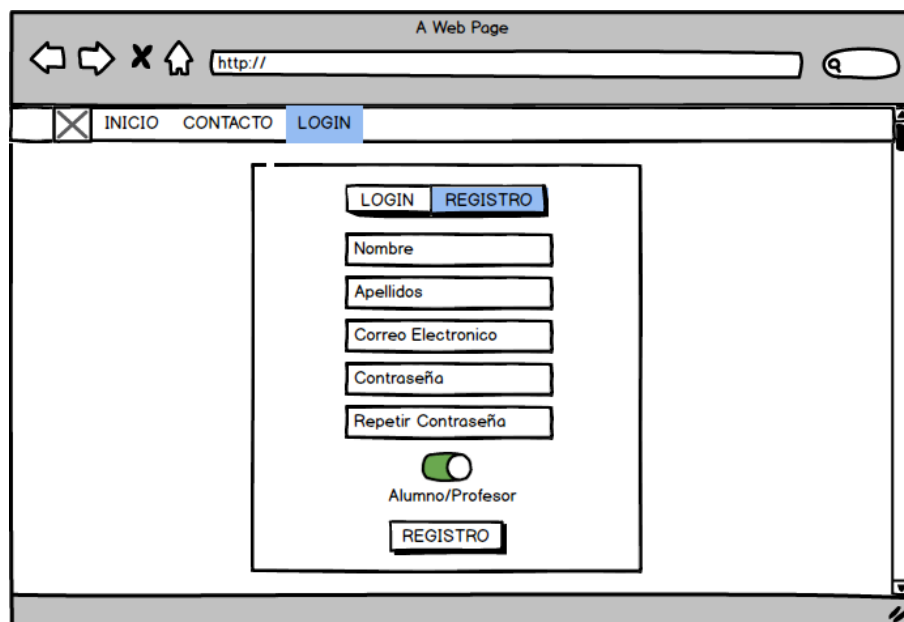
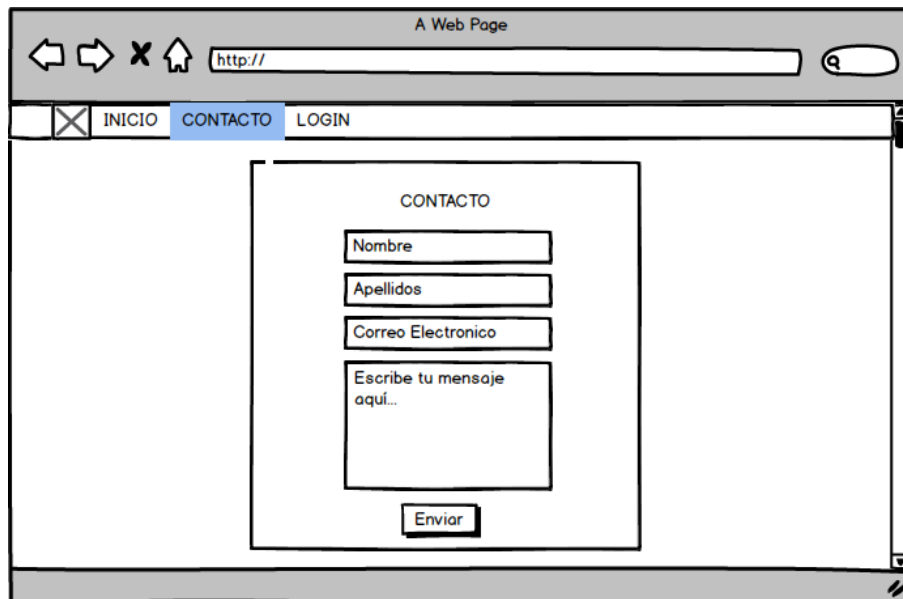


Figura B.2: Maqueta de la vista del registro



A Web Page

http://

INICIO CONTACTO LOGIN

CONTACTO

Nombre

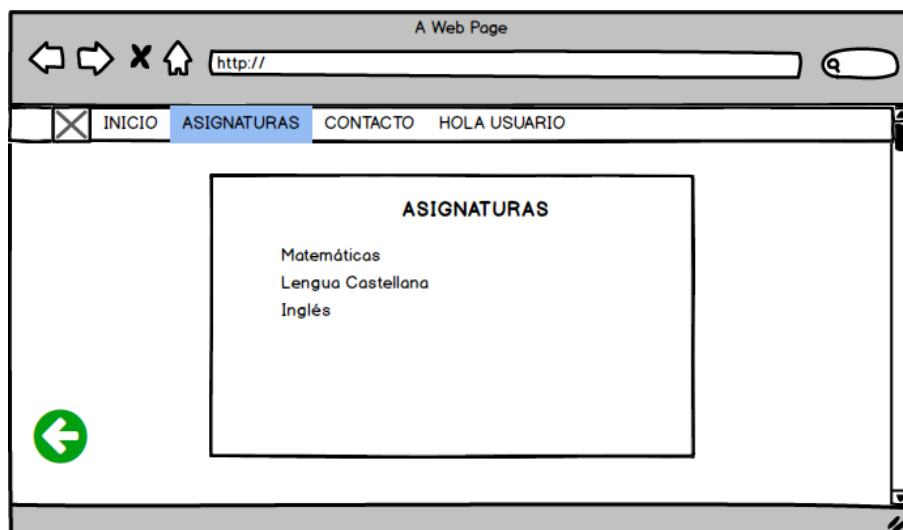
Apellidos

Correo Electronico

Escribe tu mensaje aquí...

Enviar

Figura B.3: Maqueta de la vista del formulario de contacto



A Web Page

http://

INICIO ASIGNATURAS CONTACTO HOLA USUARIO

ASIGNATURAS

Matemáticas

Lengua Castellana

Inglés

←

Figura B.4: Maqueta de la vista de la selección de la asignatura

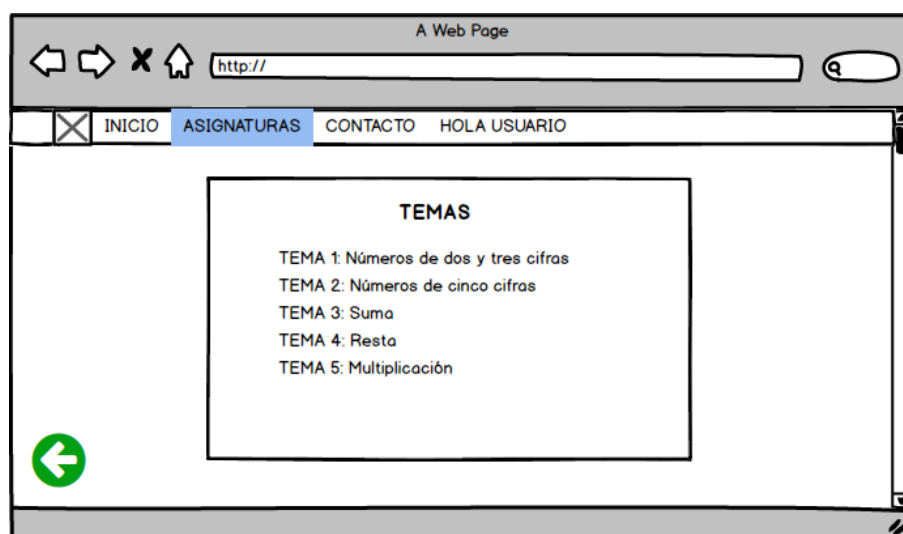


Figura B.5: Maqueta de la vista de la selección del tema

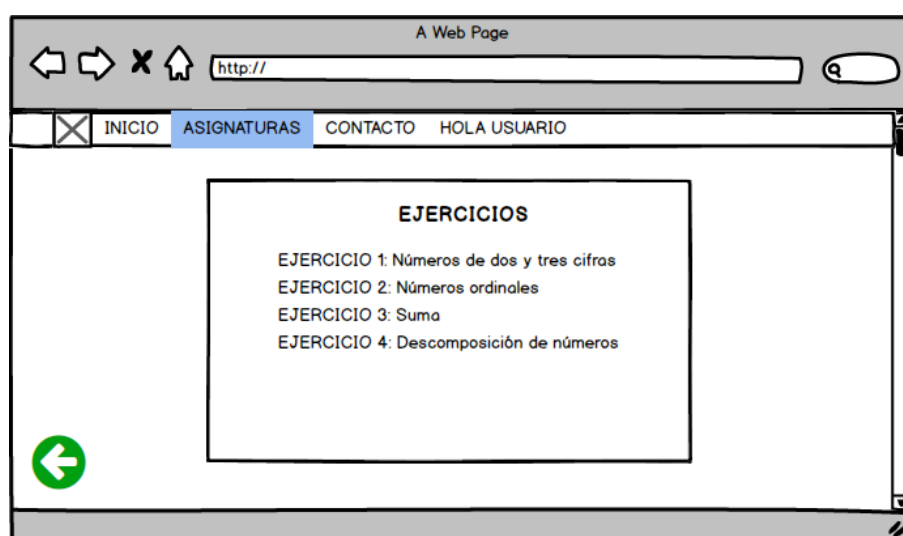


Figura B.6: Maqueta de la vista de la selección del ejercicio

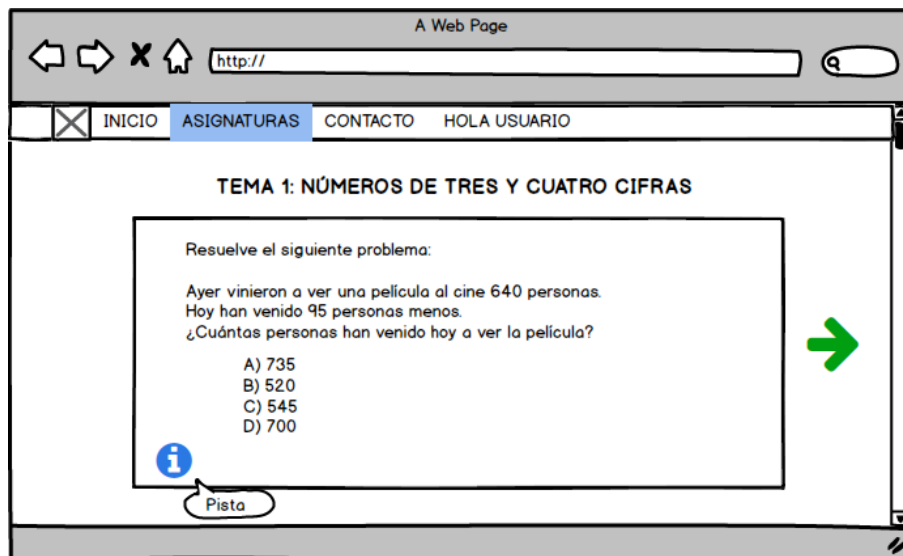


Figura B.7: Maqueta de la vista del ejercicio de respuesta múltiple

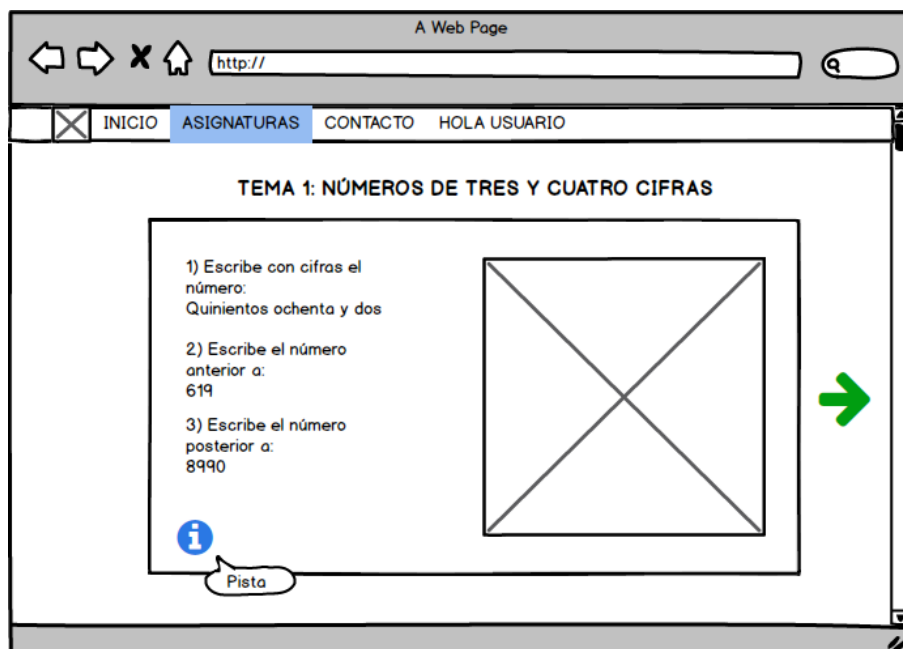


Figura B.8: Maqueta de la vista del ejercicio de tipo crucigrama

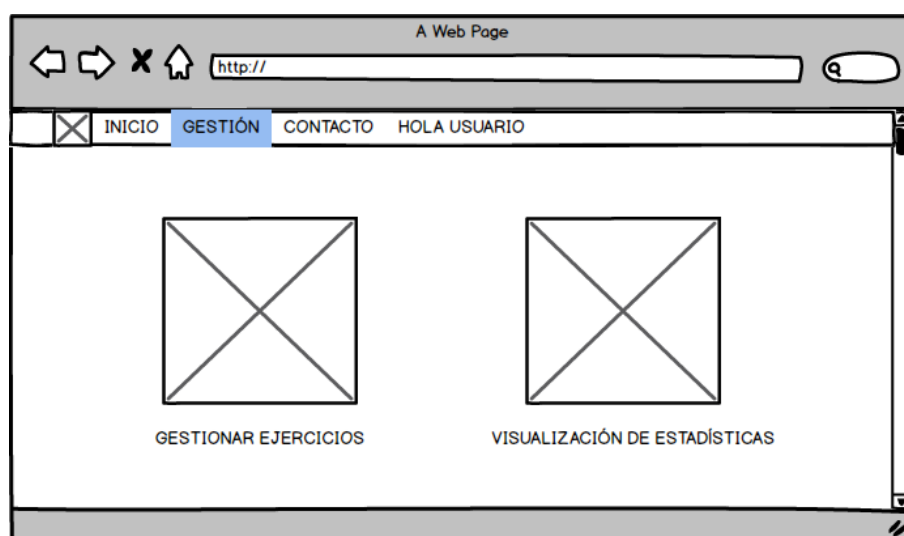


Figura B.9: Maqueta de la vista de gestión

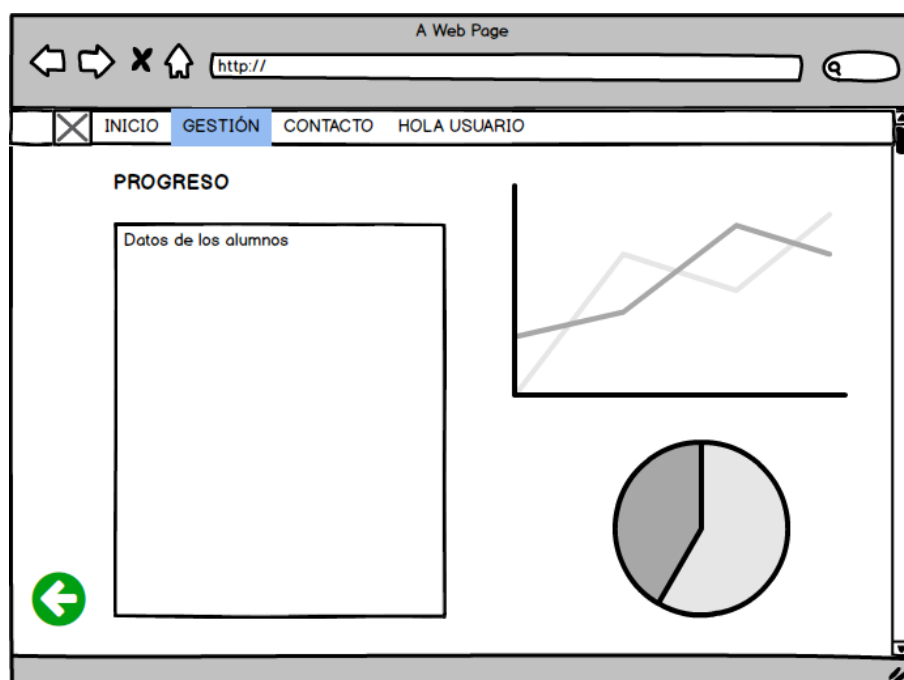
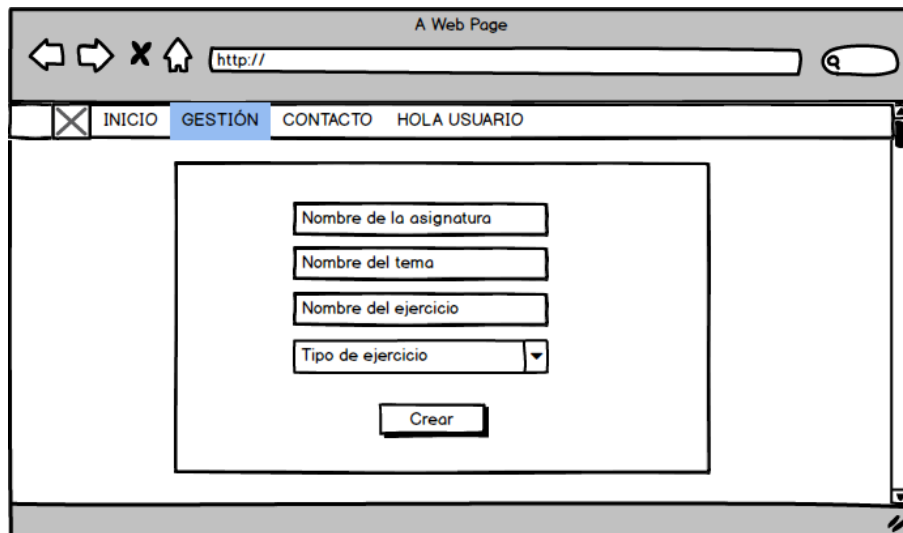


Figura B.10: Maqueta de la vista del progreso de los alumnos



A Web Page

http://

INICIO **GESTIÓN** CONTACTO HOLA USUARIO

Nombre de la asignatura

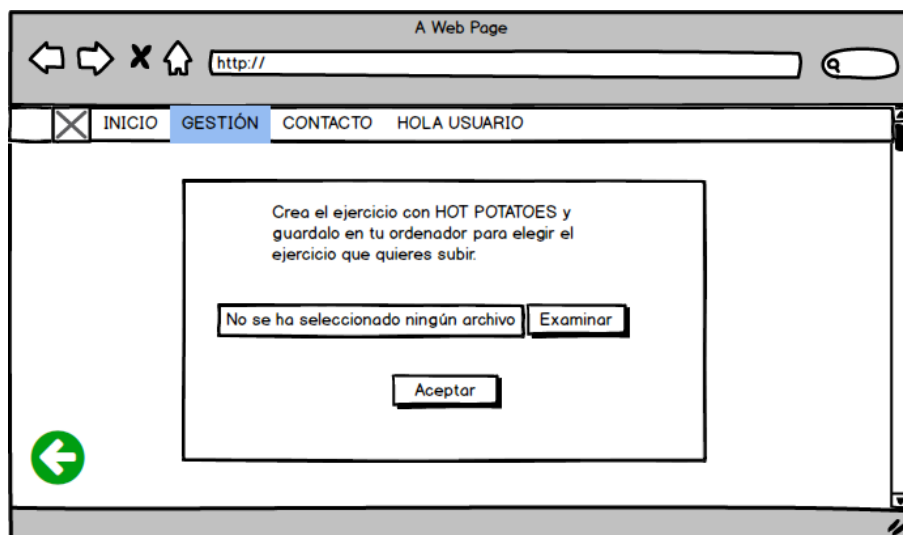
Nombre del tema

Nombre del ejercicio

Tipo de ejercicio

Crear

Figura B.11: Maqueta de la vista de la creación del ejercicio



A Web Page

http://

INICIO **GESTIÓN** CONTACTO HOLA USUARIO

Crea el ejercicio con HOT POTATOES y guardalo en tu ordenador para elegir el ejercicio que quieres subir.

No se ha seleccionado ningún archivo Examinar

Aceptar

←

Figura B.12: Maqueta de la vista del proceso de subida del ejercicio

C | Producto final

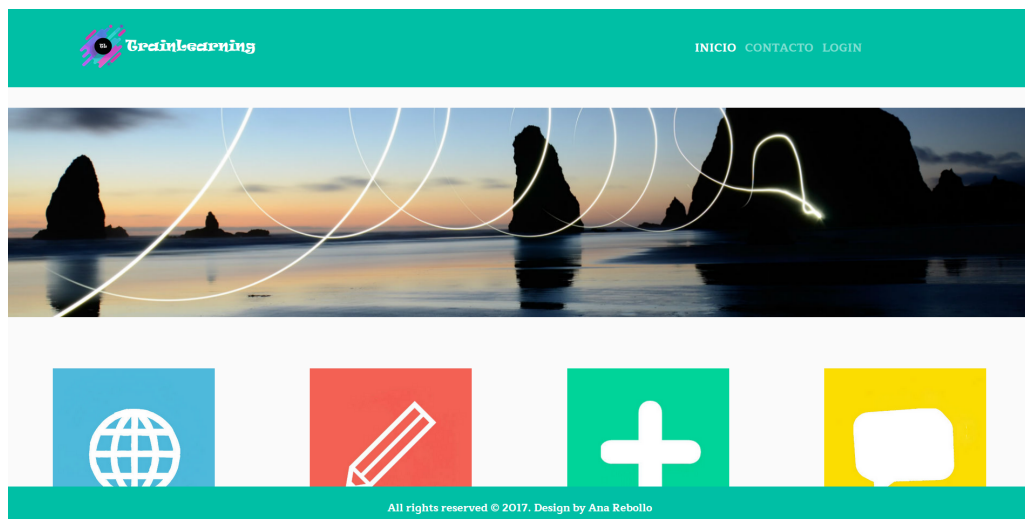


Figura C.1: Vista de la página principal

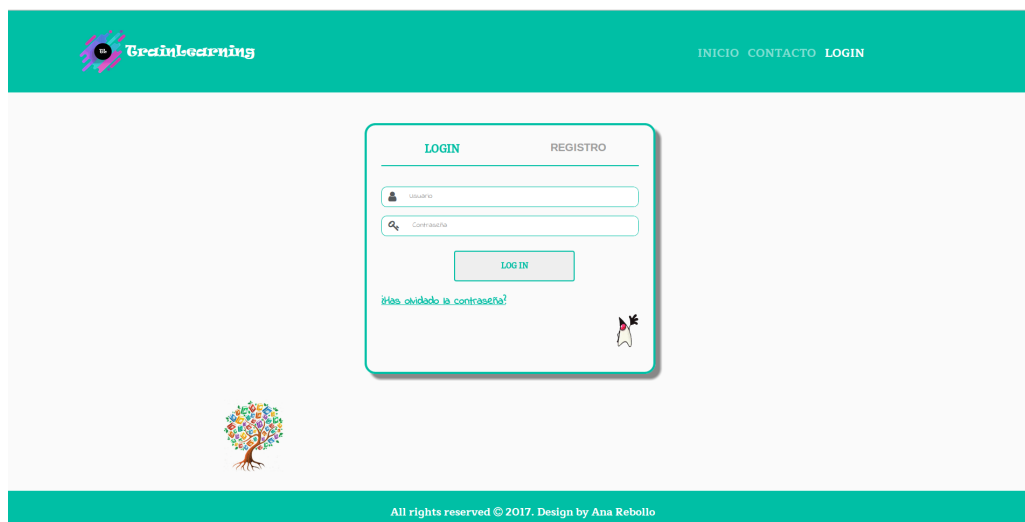
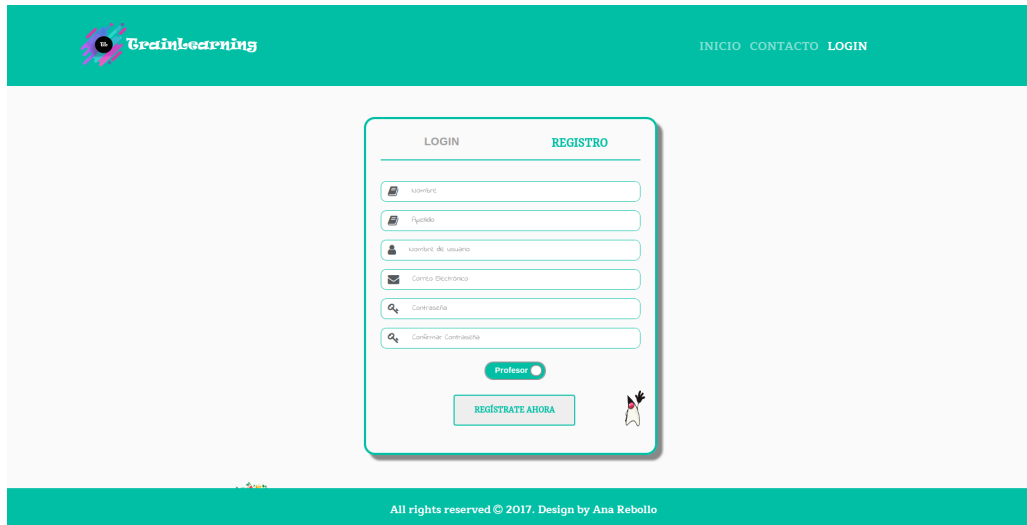
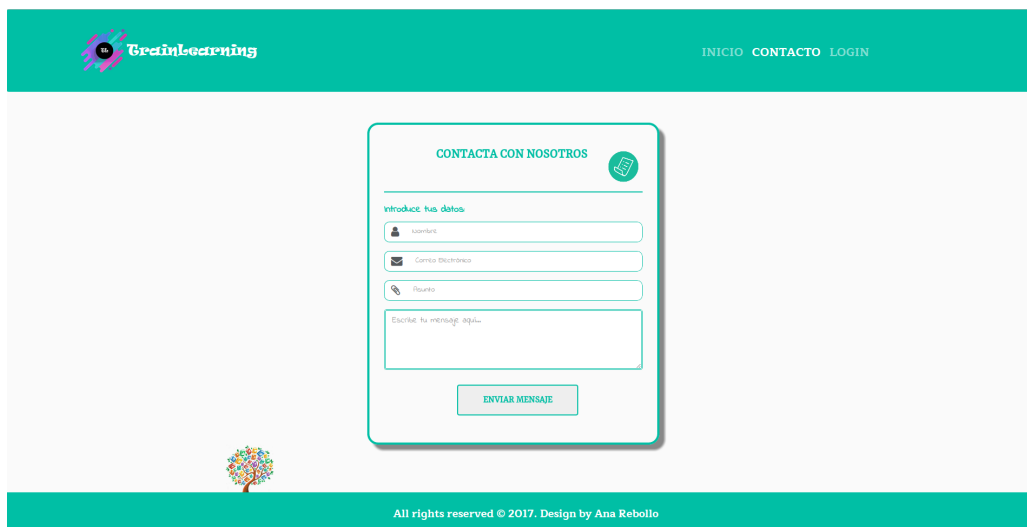


Figura C.2: Vista de la página del ingreso



The screenshot shows the Brainlearning website's registration page. The header is teal with the Brainlearning logo on the left and navigation links 'INICIO', 'CONTACTO', and 'LOGIN' on the right. The main content area is light gray and features a central white registration form with a teal border. The form has two tabs: 'LOGIN' and 'REGISTRO', with 'REGISTRO' being the active tab. The registration form includes input fields for 'Nombre', 'Apellido', 'correo electrónico', 'Contraseña', and 'Confirmar Contraseña'. There is a 'Profesor' toggle switch and a 'REGISTRATE AHORA' button. A small cartoon character is visible in the bottom right corner of the form. The footer is teal and contains the text 'All rights reserved © 2017. Design by Ana Rebollo'.

Figura C.3: Vista de la página del registro



The screenshot shows the Brainlearning website's contact page. The header is teal with the Brainlearning logo on the left and navigation links 'INICIO', 'CONTACTO', and 'LOGIN' on the right. The main content area is light gray and features a central white contact form with a teal border. The form has a title 'CONTACTA CON NOSOTROS' and a small icon of a notepad. Below the title, there is a section 'Introduce tus datos' with input fields for 'Nombre', 'Correo Electrónico', and 'Asunto'. There is also a text area for 'Escribe tu mensaje aquí...'. A 'ENVIAR MENSAJE' button is at the bottom of the form. A small cartoon character is visible in the bottom left corner of the form. The footer is teal and contains the text 'All rights reserved © 2017. Design by Ana Rebollo'.

Figura C.4: Vista de la página del formulario de contacto

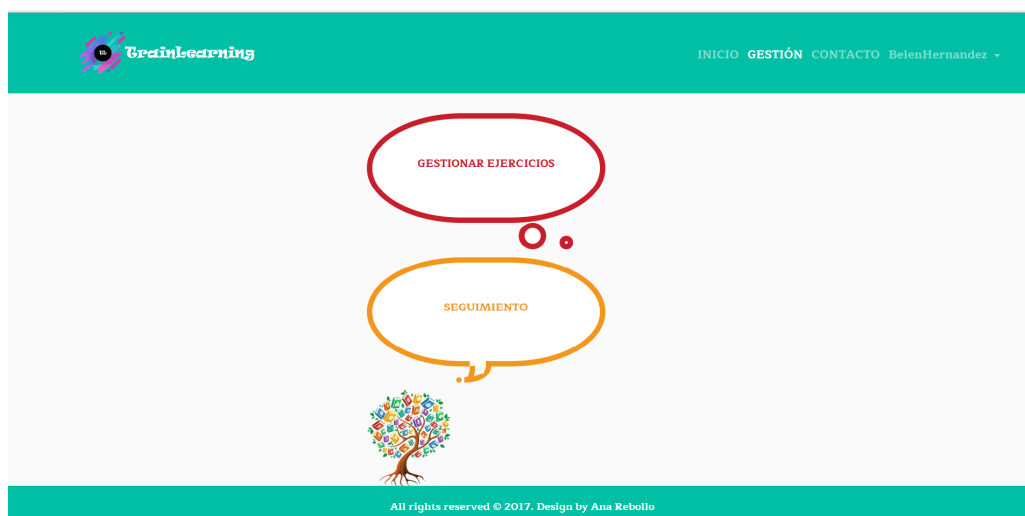


Figura C.5: Vista del menú de gestión

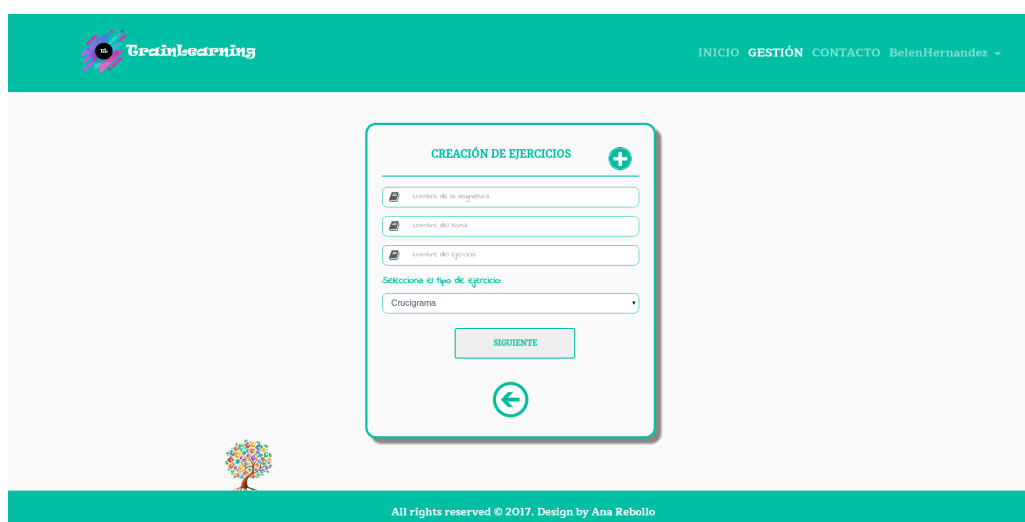


Figura C.6: Vista del formulario de creación de ejercicios

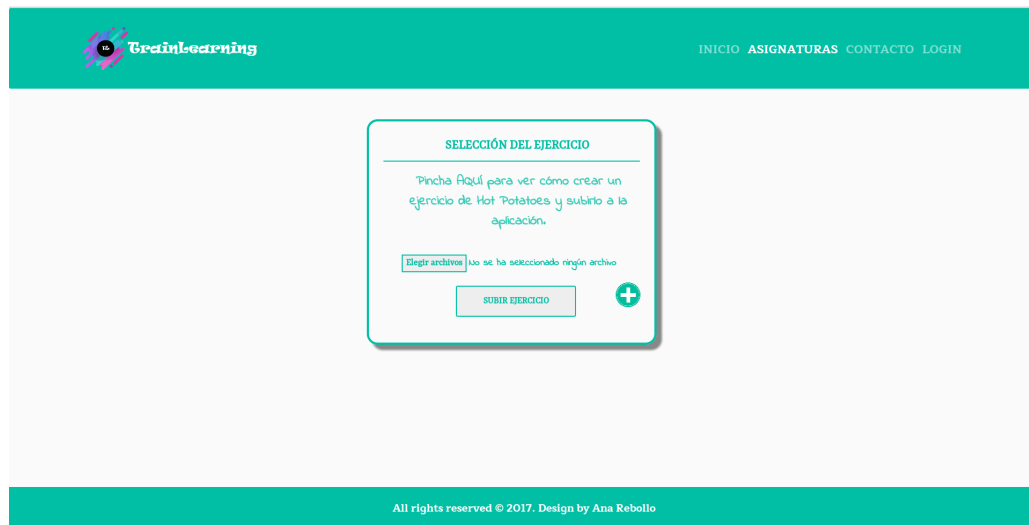


Figura C.7: Vista del proceso de subida de ejercicios

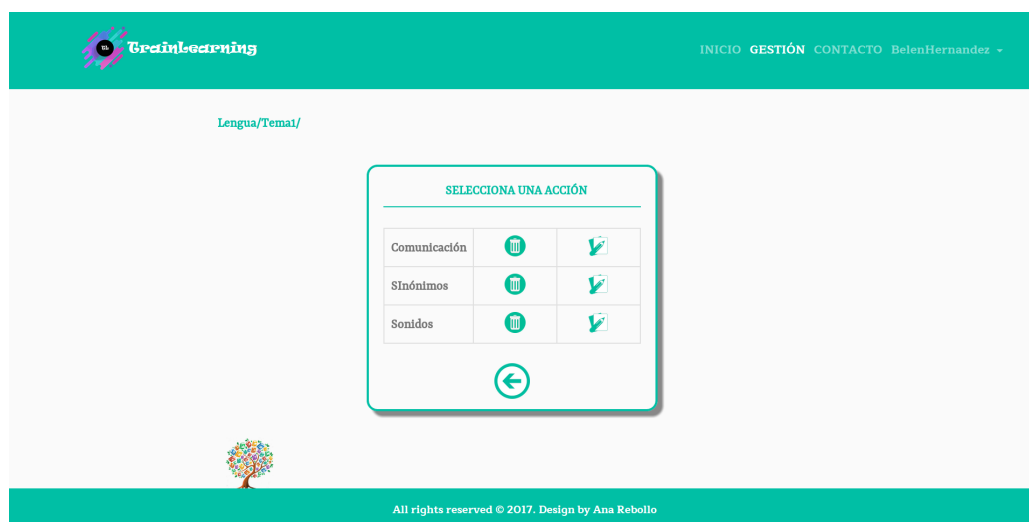


Figura C.8: Vista de la modificación/eliminación de ejercicios

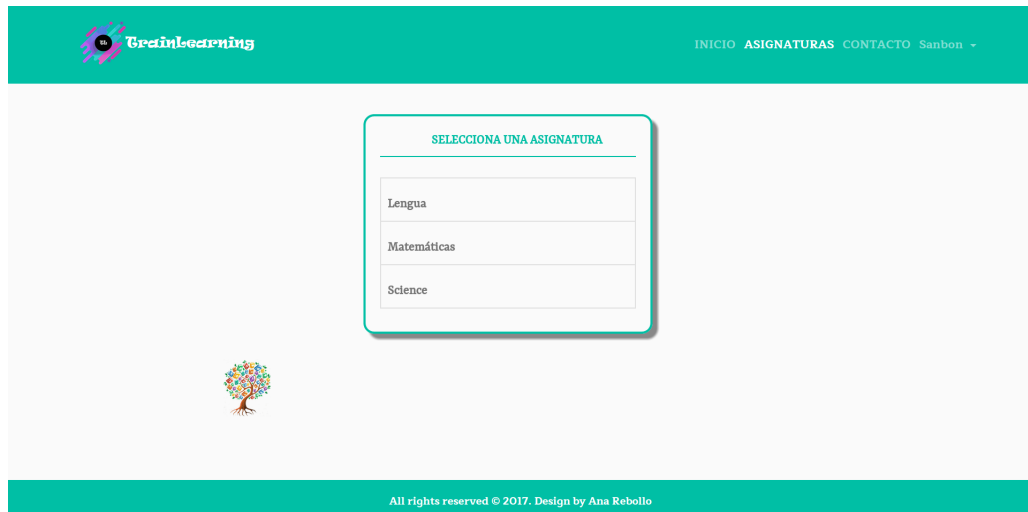


Figura C.9: Vista de la visualización de asignaturas

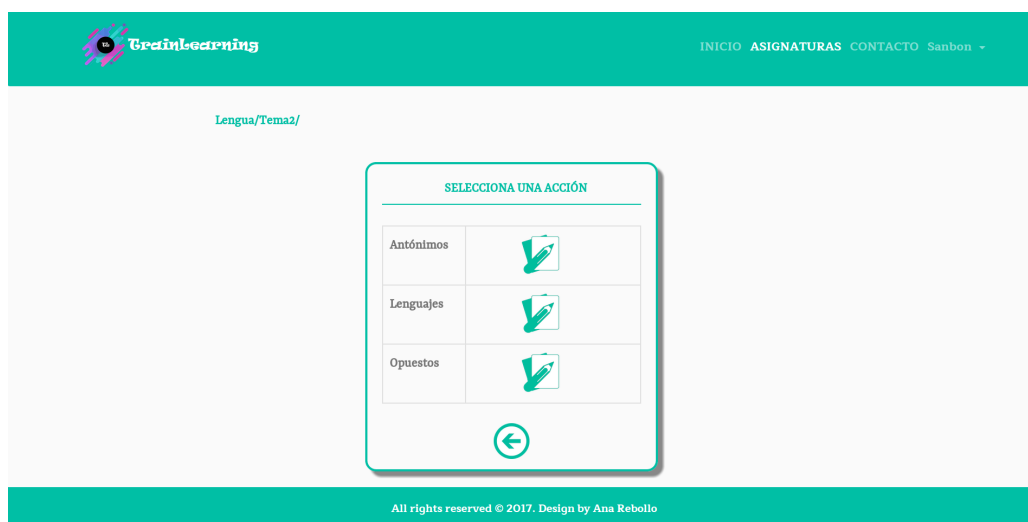


Figura C.10: Vista de la selección de ejercicios a realizar

The screenshot shows a web application interface for a crossword puzzle. At the top, there is a teal header with the 'Brainlearning' logo on the left and navigation links 'INICIO', 'ASIGNATURAS', 'CONTACTO', and 'AnaRebollo' on the right. Below the header, the page has a light gray background. On the left side, the text 'Matemáticas/Tema1/Ordinales' is displayed. On the right side, there is a digital timer showing '00:00' with 'Minutes' and 'Seconds' labels. In the center, the title 'NÚMEROS ORDINALES' is followed by 'Palabras Cruzadas'. Below this, a small instruction reads: 'Para ver las definiciones de las palabras, haz click en el número dos de la derecha. Escribe la palabra frente a la definición y pulsa en el botón Insertar; para colocar la palabra a la derecha.' The main area contains a crossword grid. The grid has 5 rows and 10 columns. The first row has 10 empty cells. The second row has 10 empty cells. The third row has 10 empty cells. The fourth row has 10 empty cells. The fifth row has 10 empty cells. A 'Verificar' button is located at the bottom right of the grid area. At the very bottom, a teal footer contains the text 'All rights reserved © 2017. Design by Ana Rebollo'.

Figura C.11: Vista de un ejercicio de tipo crucigrama

The screenshot shows a web application interface for a sentence completion exercise. At the top, there is a teal header with the 'Brainlearning' logo on the left and navigation links 'INICIO', 'ASIGNATURAS', 'CONTACTO', and 'AnaRebollo' on the right. Below the header, the page has a light gray background. On the left side, the text 'Lengua/Tema1/Comunicación' is displayed. On the right side, there is a digital timer showing '00:12' with 'Minutes' and 'Seconds' labels. In the center, the title 'Completa las frases con las siguientes palabras:' is followed by 'Ejercicio de completar frases'. Below this, a small instruction reads: 'Escribe en los espacios en blanco las palabras adecuadas.' The main area contains a list of words: 'Comunicamos', 'gestos', 'imágenes', 'lenguaje', and 'sonidos'. Below the list, there are three sentences with blank spaces for completion. The first sentence is: '_____ consiste en hacer saber a los demás lo que sentimos, lo que queremos, lo que pensamos...'. The second sentence is: 'Hay muchas formas de comunicación: Cuando levantamos la mano para despedirnos de alguien, nos estamos comunicando con _____'. The third sentence is: 'Cuando hablamos o escribimos nos comunicamos con el _____'. Below the sentences, there is a 'Verificar' button. At the very bottom, a teal footer contains the text 'All rights reserved © 2017. Design by Ana Rebollo'.

Figura C.12: Vista de un ejercicio de tipo completar huecos

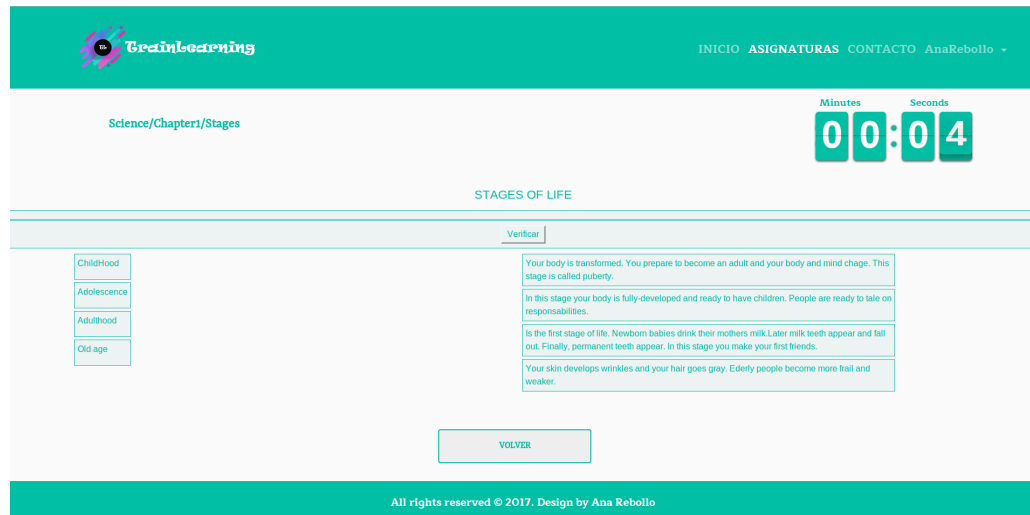


Figura C.13: Vista de un ejercicio de tipo emparejamiento

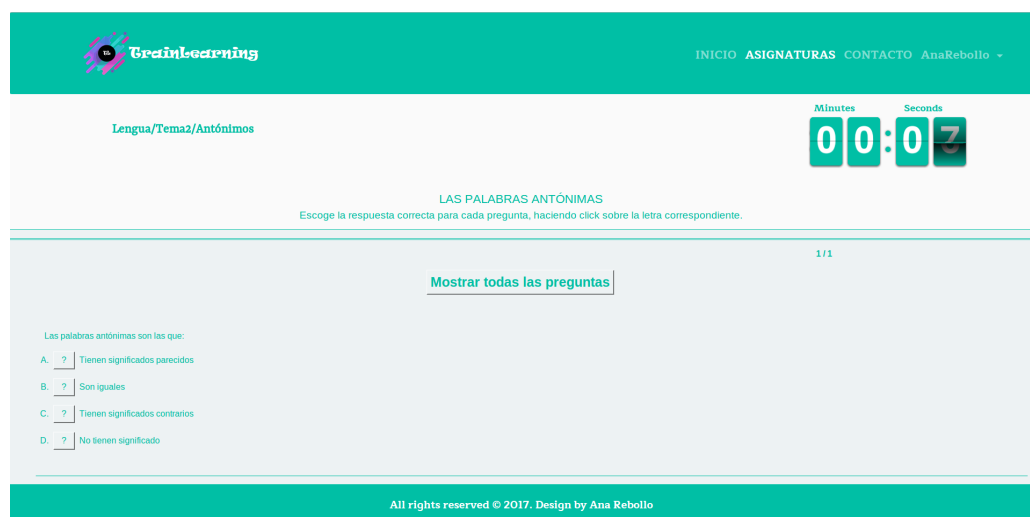


Figura C.14: Vista de un ejercicio de tipo respuesta múltiple

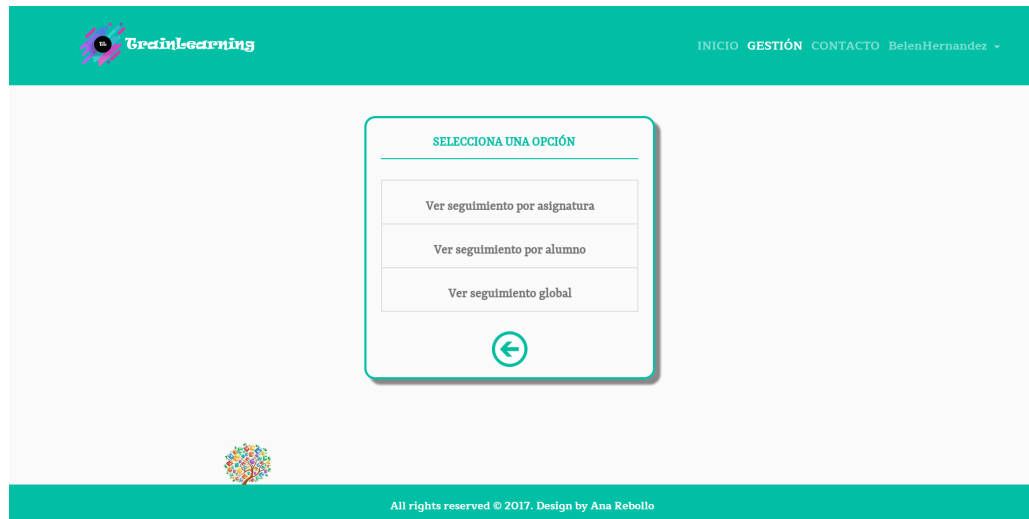


Figura C.15: Vista de menú de seguimiento



Figura C.16: Vista del reparto del número de aciertos en una asignatura

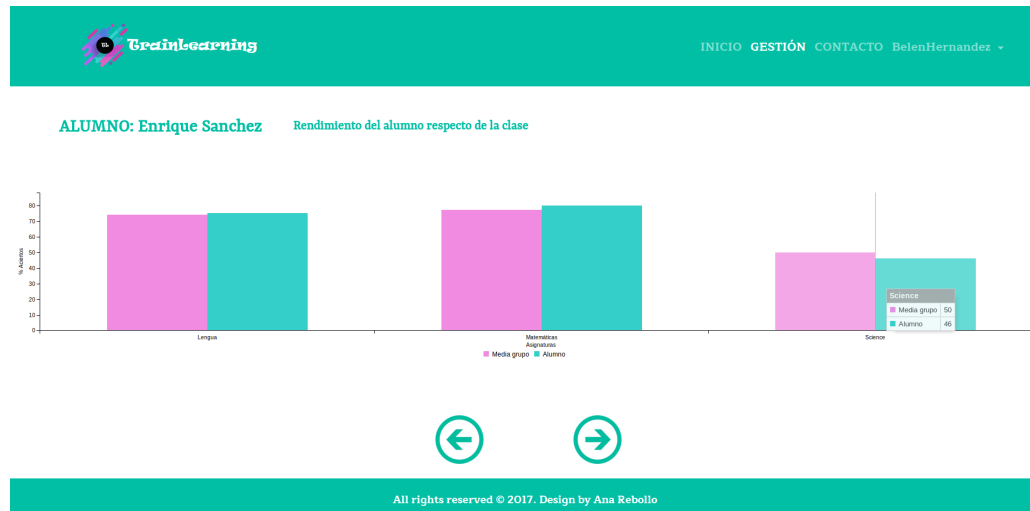


Figura C.17: Vista rendimiento del alumno respecto la clase

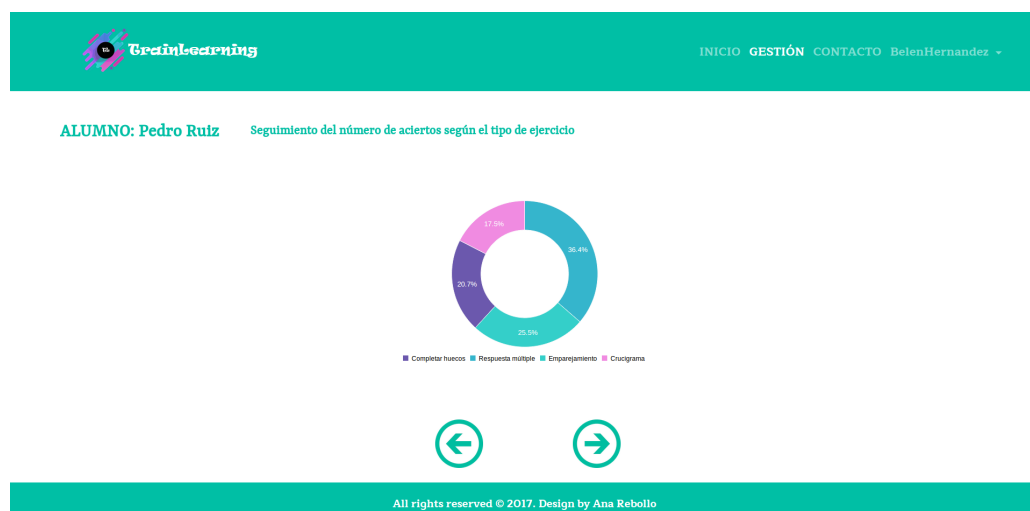


Figura C.18: Vista del número de aciertos de un alumno según el tipo de ejercicio

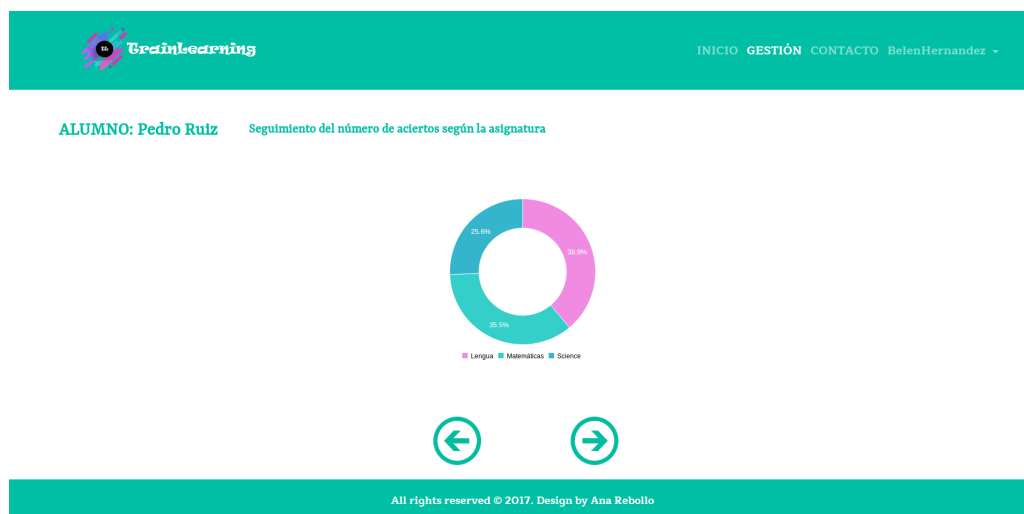


Figura C.19: Vista del número de aciertos de un alumno según la asignatura



Figura C.20: Vista del progreso del grupo según el número de aciertos según las asignaturas



Figura C.21: Vista del progreso del grupo según el número de aciertos según el tipo de ejercicio



Figura C.22: Vista del número de acietos de cada tipo de ejercicio en cada asignatura

D | Pruebas con Usuarios

D.1. Pruebas realizadas a usuarios

A continuación, se detallan las pruebas realizadas a los usuarios de la herramienta TrainLearning:

Tareas realizadas por alumnos

Nº	Descripción	Tiempo	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ayuda del evaluador
1	Registro en la aplicación.	1:60	Debe proceder a registrarse como nuevo usuario en el sistema, introduciendo los datos requeridos libremente.	Satisfactorio	No
2	Login en la aplicación.	0:23	El usuario tras introducir sus credenciales, es autenticado mostrando su nombre de usuario en la página principal.	Satisfactorio	No
3	Cambiar contraseña de la aplicación.	1:47	La contraseña es actualizada correctamente.	Satisfactorio	No
4	Empezar a realizar un ejercicio de la asignatura Lengua.	0:10	El usuario selecciona la opción Asignaturas de la página principal, elige la asignatura de Lengua y empieza a realizar el ejercicio que desee.	Satisfactorio	No
5	Encontrar el ejercicio Nutrients de la asignatura Science .	0:18	El usuario encuentra el ejercicio en el Chapter 3 de la asignatura Science.	Satisfactorio	No
6	Enviar correo al administrador de la aplicación.	1:17	El correo ha sido enviado con éxito.	Satisfactorio	No

Tabla D.1: Pruebas realizadas por el estudiante de 10 años.

APÉNDICE D. PRUEBAS CON USUARIOS

Nº	Descripción	Tiempo	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ayuda del evaluador
1	Registro en la aplicación.	1:43	Debe proceder a registrarse como nuevo usuario en el sistema, introduciendo los datos requeridos libremente.	Satisfactorio	No
2	Login en la aplicación.	0:29	El usuario tras introducir sus credenciales, es autenticado mostrando su nombre de usuario en la página principal.	Satisfactorio	No
3	Cambiar contraseña de la aplicación.	0:54	La contraseña es actualizada correctamente.	Satisfactorio	No
4	Empezar a realizar un ejercicio de la asignatura Lengua.	0:38	El usuario selecciona la opción Asignaturas de la página principal, elige la asignatura de Lengua y empieza a realizar el ejercicio que desee.	Satisfactorio	No
5	Encontrar el ejercicio Nutrients de la asignatura Science .	0:21	El usuario encuentra el ejercicio en el Chapter 3 de la asignatura Science.	Satisfactorio	No
6	Enviar correo al administrador de la aplicación.	1:25	El correo ha sido enviado con éxito.	Satisfactorio	No

Tabla D.2: Pruebas realizadas por el estudiante de 8 años.

Tareas realizadas por profesores

Nº	Descripción	Tiempo	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ayuda del evaluador
1	Registro en la aplicación.	0:42	Debe proceder a registrarse como nuevo usuario en el sistema, introduciendo los datos requeridos libremente.	Satisfactorio. No.	
2	Login en la aplicación.	0:09	El usuario tras introducir sus credenciales, es autenticado mostrando su nombre de usuario en la página principal.	Satisfactorio. No.	
3	Cambiar contraseña de la aplicación.	0:26	La contraseña es actualizada correctamente.	Satisfactorio. No.	
4	Crear un ejercicio de la asignatura de Lengua .	3:53	El usuario crea el ejercicio con la herramienta Hot Potatoes y realiza los pasos necesarios para subir el ejercicio para que lo visualicen los alumnos comprobando que se ha subido correctamente mediante el diálogo que lanza la aplicación,	Satisfactorio. No.	
5	Eliminar el ejercicio Nutrients del Chapter 3 de la asignatura de Science .	0:08	Tras encontrar el ejercicio indicado y dar al icono de la papelera, se muestra el mensaje de que el ejercicio se ha borrado correctamente.	Satisfactorio. No.	

APÉNDICE D. PRUEBAS CON USUARIOS

Nº	Descripción	Tiempo	Resultado esperado	Resultado obtenido	Ayuda del evaluador
6	Modificar añadiendo dos casos nuevos el ejercicio Opuestos del Tema 2 de la asignatura de Lengua .	4:30	El usuario modifica el ejercicio añadiendo dos casos más al ejercicio existente en la herramienta Hot Potatoes y tras encontrar en la aplicación el mismo, sube el ejercicio seleccionándolo y comprueba que el ejercicio se ha subido mediante el diálogo que aparece.	Satisfactorio.	No.
7	Ver el progreso del alumno Enrique Sánchez en la asignatura Science.	1:31	El usuario identifica al usuario Enrique Sánchez y navega entre las distintas gráficas hasta encontrar la gráfica del progreso según la asignatura.	Satisfactorio.	No.
8	Ver el progreso del alumno Enrique Sánchez en general y qué asignatura se le da mejor.	1:10	El usuario identifica la asignatura con el mayor número de aciertos del alumno Enrique Sánchez y es capaz de dar una evaluación de su progreso en dicha asignatura.	Satisfactorio.	No.
9	Ver el tipo de ejercicios que se le da mejor al grupo en la asignatura de Matemáticas.	0:43	El usuario identifica el tipo de ejercicio que se le da mejor al grupo en la asignatura de Matemáticas.	Satisfactorio.	No.
10	Ver el progreso del grupo en cada una de las asignaturas.	0:10	El usuario es capaz de realizar una evaluación del progreso global según las asignaturas.	Satisfactorio.	No.
11	Enviar correo al administrador de la aplicación.	1:05	El correo ha sido enviado con éxito.	Satisfactorio.	No.

Tabla D.3: Pruebas realizadas por el profesor de Educación Primaria.

D.2. Cuestionarios

Se han realizado dos tipos de cuestionarios según el rol que ejerce el usuario en la aplicación. Como se ha mencionado en la sección 7.2, los cuestionarios se componen de una serie de preguntas valoradas en una escala tipo Likert de 5 valores.

El cuestionario realizado a los alumnos ha constado de las siguientes preguntas:

	totalmente de acuerdo → ← totalmente en desacuerdo				
	1	2	3	4	5
1. Me ayuda a repasar los temas de cada asignatura.....					
2. Me ayuda a ser capaz de resolver los ejercicios de cada tema.					
3. Es interesante usarla.					
4. Con la aplicación, tengo más control sobre los ejercicios que realizo diariamente.....					
5. Me viene bien la aplicación para repasar los temas de cada asignatura.....					
6. Me hace ganar tiempo.....					
7. Es fácil de usar.....					
8. Es amigable.....					
9. Para ver los ejercicios de una asignatura en concreto, tengo que dar muchos pasos hasta encontrarla.....					
10. Se adapta fácilmente a los distintos tipos de ejercicios.....					
11. Su uso requiere demasiado esfuerzo.....					
12. Puede usarse sin instrucciones.....					
13. Hay respuestas confusas durante su uso.					
14. Les gustaría a otros alumnos que utilicen la aplicación a diario o en determinadas ocasiones.....					
15. Cuando ocurre un error, se resuelve rápidamente.					
16. Se aprende a usar rápidamente.....					
17. Recuerdo fácilmente como usarla.....					
18. Es fácil aprender a usarla.....					
19. Me siento hábil con el uso de la aplicación.....					
20. Estoy satisfecho con la aplicación.....					
21. Se la recomendaría a un amigo.....					
22. Es divertida de usar.....					
23. Funciona del modo que quiero que funcione.....					
24. Es bonita.....					
25. Siento que necesito tenerla.....					
26. Es agradable de usar.....					
27. Repasar las asignaturas con la aplicación es divertido.....					
28. Me han gustado los distintos tipos de ejercicios.					

Figura D.1: Cuestionario realizado por los alumnos.

La encuesta realizada por los profesores ha sido la siguiente:

	totalmente de acuerdo → ← totalmente en desacuerdo				
	1	2	3	4	5
1. Me ayuda a ser más rentable en las actividades que realizo.....	1	2	3	4	5
2. Me ayuda a ser más eficiente en la gestión de ejercicios.....	1	2	3	4	5
3. Es útil.....	1	2	3	4	5
4. Da más control sobre la gestión de actividades que realizo a diario.	1	2	3	4	5
5. Se adapta a mis necesidades.	1	2	3	4	5
6. Hace lo que esperaba que hiciera respecto a la gestión de ejercicios y la evaluación de los alumnos.....	1	2	3	4	5
7. Me hace ganar tiempo.....	1	2	3	4	5
8. Es fácil de usar.	1	2	3	4	5
9. Es amigable.	1	2	3	4	5
10. Requiere los menos pasos posibles para realizar una acción.	1	2	3	4	5
11. Se adapta fácilmente a los cambios y a las diversas situaciones.	1	2	3	4	5
12. Su uso requiere demasiado esfuerzo.	1	2	3	4	5
13. Puede usarse sin instrucciones.	1	2	3	4	5
14. No hay repuestas inconsistentes (erróneas) durante el uso.	1	2	3	4	5
15. Les gustaría a usuarios que utilicen la aplicación regularmente y ocasionalmente.	1	2	3	4	5
16. Se puede recuperar de los fallos rápidamente.	1	2	3	4	5
17. Se utiliza de manera exitosa en cada uso.	1	2	3	4	5
18. Me ayuda en el ámbito de la evaluación de los alumnos.	1	2	3	4	5
19. Se aprende a usar rápidamente	1	2	3	4	5
20. Recuerdo fácilmente como usarla.....	1	2	3	4	5
21. Es fácil aprender a usarla.....	1	2	3	4	5
22. Me siento hábil con el uso de la aplicación	1	2	3	4	5
23. Estoy satisfecho con la aplicación.	1	2	3	4	5
24. Se la recomendaría a un amigo.....	1	2	3	4	5
25. Es divertida de usar.....	1	2	3	4	5
26. Es bonita.....	1	2	3	4	5
27. Siento que necesito tenerla	1	2	3	4	5
28. Es agradable de usar.....	1	2	3	4	5
29. Se gestionan los ejercicios de manera correcta (creación, modificación y eliminación).	1	2	3	4	5
30. Las gráficas permiten ver más fácilmente los resultados del grupo y de los alumnos sin necesidad de hacer cálculos.....	1	2	3	4	5

Figura D.2: Cuestionario realizado por los profesores.

E | Control de recursos

En esta sección se indican las fuentes utilizadas en TrainLearning. Se ha tenido especial cuidado en que fueran de dominio público o cuyos derecho de uso estén etiquetadas para su reutilización:

- Imagen árbol, de Pinterest [38] .
- Imagen logo, de Freepik [39]. Modificación de los colores y el nombre.
- Imagen icono del mundo, de Wikimedia Commons [40]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen lápiz, de Wikimedia Commons [41]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen plus, de Freepik [42]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen comentario, de PNG images, pictures, clipart, icon for designer [43]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen playa, de Unsplash [44].
- Sprite saludo [45].
- Imagen flecha hacia la izquierda, de Linkware [46]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen flecha hacia la derecha, de Linkware [47]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen icono borrar, de Pixabay [48]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen icono Ok, de IconFinder [49]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen icono contraseña, de Wikimedia Commons [50]. Modificación del color de la imagen.
- Imagen icono añadir, de Pixabay [51]. Modificación del color del icono.
- Imagen icono advertencia, de Pixabay [52]. Modificación del color de la imagen.